Міністэрства адукацыі
Рэспублікі Беларусь

БЕЛАРУСКІ НАЦЫЯНАЛЬНЫ
ТЭХНІЧНЫ УНІВЕРСІТЭТ

Кафедра «Інжынерная геадэзія»

ЛАБАРАТОРНЫЯ РАБОТЫ (ПРАКТЫКУМ)
па спецкурсу інжынернай геадэзіі

Мінск 2005

Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь
БЕЛАРУСКІ НАЦЫЯНАЛЬНЫ ТЭХНІЧНЫ УНІВЕРСІТЭТ

Кафедра «Інжынерная геадэзія»

ЛАБАРАТОРНЫЯ РАБОТЫ (ПРАКТЫКУМ)
па спецкурсу інжынернай геадэзіі для студэнтаў спецыяльнасці 1-70 03 01 «Аўтамабільныя дарогі»

Мінск 2005

УДК 528.48(076.5)
ББК 26.1 я7
Л 12

Складальнікі:
У.Г. Мархвіда, Г.І. Свіла

Рэцэнзенты:
Р.А.Жмойдзяк, А.С. Назараў, В.С.Калінін

Л 12 Лабараторныя работы (практыкум) па спецкурсу інжынернай геадэзіі для студэнтаў спецыяльнасці 1-70 03 01 «Аўтамабільныя дарогі» / Склад.:У.Г.Мархвіда, Г.І.Свіла.-Мн.:БНТУ, 2005.- 78 с.

ISBN 985-479-270-6.

Разгледжаны тэхнічныя, дакладныя і высокадакладныя прыборы вымярэння вуглоў, перавышэнняў і адлегласцяў бескантактавымі спосабамі. Апісана методыка вымярэння і вылічэння вуглоў, адлегласцяў і перавышэнняў. Прыведзены паверкі і юсціроўкі прыбораў, апісанне і характарыстыка *GPS*, новых аптычных, электронных, лічбавых і лазерных геадэзічных прыбораў спутнікавай вымяральнай сістэмы.

УДК 528.48(076.5)
ББК 26.1 я7

ISBN 985-479-270-6

Лабараторная работа №1

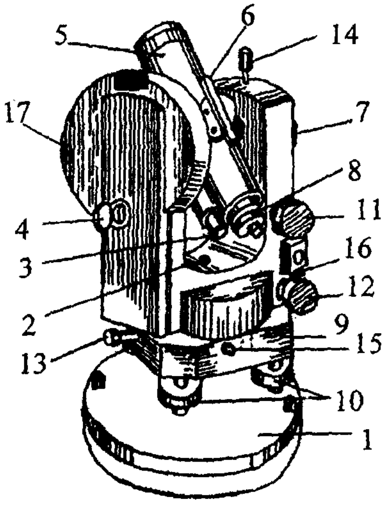
ВЫМЯРЭННЕ ГАРЫЗАНТАЛЬНЫХ, ВЕРТЫКАЛЬНЫХ ВУГЛОЎ, АДЛЕГЛАСЦЯЎ І МАГНІТНАГА АЗІМУТА

Неабходныя прыборы і прылады: тэадаліт 2Т30 са штатывам і бусоллю, нівелірныя рэйкі (пры рабоце на вуліцы) – усяго 2.

Мэта заняткаў – засвоіць методыку вымярэння як гарызантальных вуглоў спосабам прыёмаў з прымяненнем шкалавога мікраскопа, так і вертыкальных, адлегласцяў і магнітнага азімута.

Асноўныя весткі

Тэхнічны тэадаліт 2Т30* (m_β>10") прызначаны для вымярэння вуглоў у тэадалітных хадах, пры вышукальных і будаўнічых работах.



Рыс. 1.1. Тэадаліт у становішчы КЛ:
1 – аснова тэадаліта; 2 – адтуліна для цэнтравання прыбора; 3 – акуляр мікраскопа; 4 – люстэрка для падсветкі; 5 – глядзельная труба; 6 – аптычны візір; 7 – крэмальера; 8 – дыёптрыйнае кальцо; 9 – падстаўка; 10 – падымальныя вінты; 11, 14 – навадны і замацавальны вінты глядзельнай трубы; 12, 16 – навадны і замацавальны вінты алідады гарызантальнага круга (ГК); 13, 15 – навадны і замацавальны вінты лімба ГК; 17 – вертыкальны круг (ВК)

---

* Лічба ў абазначэнні тыпа тэадаліта адпавядае яго сярэдняй квадратычнай хібнасці (СКХ) вымярэння гарызантальнага вугла ў секундах і характарызуе *дакладнасць t прыбора.*

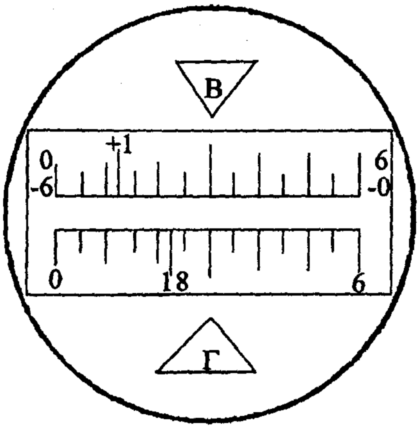
Устаноўка тэадаліта ў рабочае становішча

Гэта аперацыя складаецца з цэнтравання, гарызантавання прыбора і падрыхтоўкі глядзельнай трубы для назірання.

Цэнтраванне – устаноўка цэнтра гарызантальнага круга над вяршыняй вымяраемага вугла. Выконваецца пры дапамозе адвеса або глядзельнай трубы, напраўленай аб'ектывам уніз.

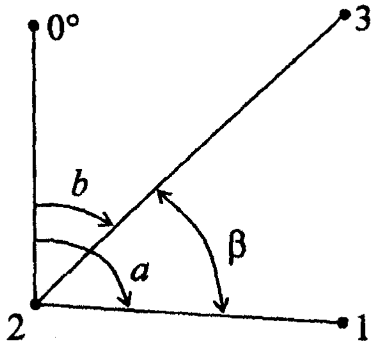
Гарызантаванне – прывядзенне восі вярчэння прыбора ў вертыкальнае становішча пры дапамозе грунтвагі пры алідадзе ГК. Вось грунтвагі ўстанаўліваюць па напрамку двух падымальных вінтоў, якія круцяць у супрацьлеглыя бакі да вывядзення пузырка грунтвагі на сярэдзіну ампулы. Паварочваюць алідаду на 90° і трэцім падымальным вінтом пузырок выводзяць у нуль-пункт.

Падрыхтоўка глядзельнай трубы для назірання складаецца з атрымання выразнага адлюстравання сеткі ніцяў пры дапамозе дыёптрыйнага кальца 8 акуляра (гл. рыс. 1.1), факусіравання глядзельнай трубы на назіраемы прадмет крэмальерай 7 і ўстранення паралакса (падвойвання) сеткі ніцяў нязначным рухам крэмальеры або дыёптрыйнага кальца.



Рыс. 1.2. Поле зроку шкалавога мікраскопа тэадаліта 2Т30.
Адлікі па: ГК 18°22,5′; ВК +1°12,0′.
Цана дзялення лімба 1°. Цана дзялення шкалы 5′

Вымярэнне вуглоў спосабам прыёмаў

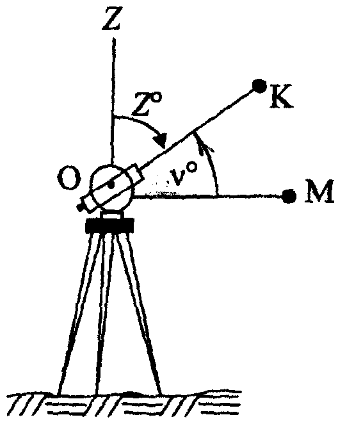


Рыс. 1.3. Схема вымярэння гарызантальнага вугла

Пасля ўстаноўкі тэадаліта над пунктам 2 (рыс. 1.3) замацаваць лімб і адмацаваць алідаду, навесці глядзельную трубу на правы пункт 1, замацаваць яе, потым выканаць адлік *a* з дакладнасцю 0,5', пры гэтым дзесятыя долі дзялення шкалы мікраскопа адлічваюць на вока.

Адмацаваць алідаду, навесці глядзельную трубу на левы пункт 3 і выканаць адлік *b*. Вылічыць значэнне вымеранага вугла $\beta = a - b$. На гэтым заканчваецца першы паўпрыём. Адмацаваць лімб, перамясціць яго на вугал, прыкладна 2 ... 5°, перавесці трубу праз зеніт і пры другім становішчы ВК выканаць усе апісаныя дзеянні ў прыведзеным вышэй парадку.

Вымярэнне вертыкальнага вугла



Рыс. 1.4. Схема вымярэння ветрыкальнага вугла

Вертыкальны вугал – вугал, які ляжыць у вертыкальнай плоскасці. Ён, як і гарызантальны, складаецца з двух напрамкаў: адзін вызначаецца лініяй візіравання *OK* (рыс. 1.4), другі адпавядае гарызантальнаму становішчу візірнай восі *OM* або адвеснай лініі *OZ*.

Вертыкальны вугал, адлічаны ад гарызантальнай лініі, называецца *вуглом нахілу* ν°, а ад зенітнага напрамку адвеснай лініі – *зенітнай адлегласцю* z°. У тэхнічных тэадалітах, якім з'яўляецца 2Т30, карыстаюцца вуглом нахілу ν°, у дакладных, акрамя Т5, і высокадакладных – зенітнай адлегласцю z°. Лімб ВК наглуха злучаны з глядзельнай трубой і мае градусныя дзяленні. Вугал нахілу вызначаюць па формулах

$$\nu = L - MO; \qquad \nu = MO - R; \qquad \nu = (L-R) / 2,$$

дзе L і R – адлікі па ВК адпаведна пры левым і правым кругах.

Месца нуля (МО) – гэта адлік па вертыкальнаму кругу пры гарызантальным становішчы візірнай восі:

$$MO = (L+R) / 2.$$

Шкала адлікаў ВК двойчы лічбаваная (гл. рыс.1.2): мінуты з плюсам і мінуты з мінусам. Па якіх лічбах браць адлік, залежыць ад знака пры лічбе градусаў. Калі пры лічбе градусаў стаіць знак «+», адлік бяруць па дадатных лічбах злева направа, а калі пры градусах стаіць адмоўны знак «–» – адлікі бяруць справа налева, дзе адзначаны мінуты з адмоўным знакам.

Па такому ж прынцыпу бяруць адлікі ў дакладных тэадалітах: 2Т5К, 3Т5КП.

Вымярэнне адлегласцяў ніцяным дальнамерам

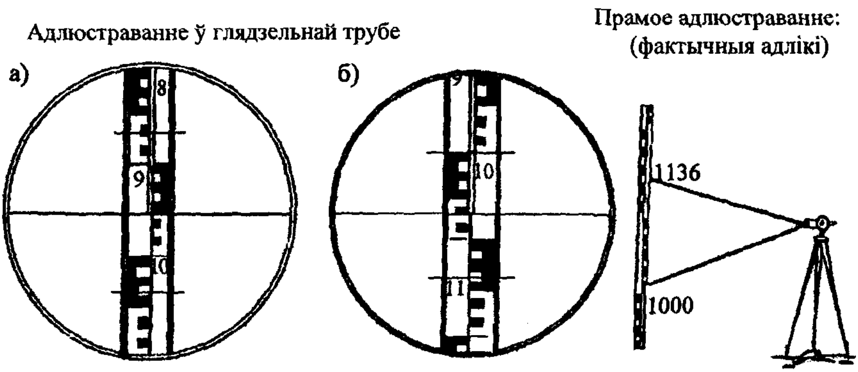
Ніцяным дальнамерам вымяраюць адлегласці D ад восі вярчэння прыбора да рэйкі з сантыметровымі дзяленнямі:

$$D = k \times n + c,$$

дзе k – каэфіцыент дальнамера; n – колькасць дзяленняў рэйкі, бачных на дадзенай адлегласці паміж дальнамернымі ніцямі.

Пры вымярэнні адлегласці для больш простага вылічэння ніжнюю ніць сеткі трэба сумясціць з цэлым значэннем дэцыметровых дзяленняў рэйкі, а па верхняй – узяць адлік.

У сучасных тэадалітаў $k = 100$, а $c \approx 0$.



Рыс. 1.5. Адлікі па рэйцы:

а) верхняя ніць 0868,
ніжняя ніць 1037,
1037 – 0868 = 169 мм
$D = 169 \times 100 = 16{,}9$ м

б) больш рацыянальна зрабіць адлікі
1000 і 1136, тады 1136 – 1000 = 136 мм
$D = 136 \times 100 = 13{,}6$ м

Вымярэнне магнітнага азімута *Am*

Магнітны азімут вымяраюць тэадалітам з бусоллю пасля яго ўстаноўкі ў рабочае становішча.

На лімбе гарызантальнага круга пры КЛ устанавіць адлік, роўны нулю. Адмацаваць лімб і павярнуць аб'ектыў глядзельнай трубы на поўнач, пакуль стрэлка не супадзе з нулявым штрыхом бусолі. Канчаткова стрэлку ўстанавіць навадным вінтом лімба.

Адмацаваць алідаду і навесці перакрыжаванне сеткі ніцяў на пункт, на які выконваецца вымярэнне магнітнага азімута.

Па лімбу зрабіць адлік *Am*.

Дакладнасць вымярэння залежыць ад якасці бусолі. Пры неабходнасці трэба ўлічваць змяненне скланення магнітнай стрэлкі ў дадзеным месцы.

Парадак выканання задання

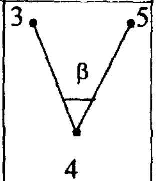
1. Устанавіць прыбор у рабочае становішча.

2. Выбраць два пункты, паміж якімі вымяраецца вугал β. Падрыхтаваць журнал вымярэння гарызантальных вуглоў, даўжынь ліній і азімутаў (табл. 1.1).

Т а б л і ц а 1.1

Ж У Р Н А Л
вымярэння гарызантальных вуглоў, даўжынь ліній
і магнітных азімутаў

Тэадаліт 2Т30 № 57100, 1993 г.

№ пункта стаянкі	№ пункта назірання	Адлік па гарыз. кругу, ° ′	Гарызантальны вугал β		Даўжыня лініі па дальнамеру, м	Вымераны магнітны азімут Am, ° ′	Схема вымеранага вугла
			вымераны, ° ′	сярэдні, ° ′			
4	5	47 54,5	60 43,5	60 43,8	6,8	184 39	
	3	347 11,0			5,3	123 55	
	5	229 40,5	60 44,0				
	3	168 56,5					

$\beta_m = A_{m5} - A_{m3}$;

$\Delta\beta = \beta_m - \beta_{\text{вым}}$;

$\beta_m = 60°44'$;

$\beta_{\text{вым.}} = 60°43{,}8'$;

$\Delta\beta = +0{,}2'$.

3. Вычарціць схему вымярэння гарызантальнага вугла.

4. Вымераць гарызантальны вугал з запісам у журнал і вылічыць яго з кантролем ($|\beta_{кл} - \beta_{кп}| \leq 2t$) згодна з прыведзеным прыкладам (гл. табл. 1.1), вызначыць даўжыні ліній ніцяным дальнамерам і магнітныя азімуты гэтых ліній. Калі кантроль не выконваецца, вымярэнні паўтарыць.

5. Памераць вертыкальны вугал, для чаго на адзін пункт (для вылічэння месца нуля) узяць адлікі пры двух кругах, яшчэ на 2 пункты – толькі пры кругу лева *(L)*. Запісаць адлікі і выканаць вылічэнне *МО* і вуглоў нахілу паніжэй прыведзенаму прыкладу (табл. 1.2).

Табліца 1.2

ЖУРНАЛ
вымярэння вертыкальных вуглоў

№ пункта назіран.	Адлік па вертыкальнаму кругу		*МО*	$\nu = L - MO$	$\nu = MO - R$	$\nu = (L - R) / 2$
	L	*R*				
x	13° 50'	- 13° 32'	+9'	13° 41'	13° 41'	
5	12° 51'			12° 42'		13° 41'
8	12° 41'			12° 32'		

Лабараторная работа 2

ДАКЛАДНЫЯ ТЭАДАЛІТЫ: КАНСТРУКЦЫЯ, ПАВЕРКІ І ЮСЦІРОЎКІ

Неабходныя прыборы і прылады: тэадаліты з шкалавым мікраскопам Т5, 2Т5, Т5К, 2Т5К, Theo 020; з аптычным мікрометрам Т2, 2Т2, ТБ-1, юсціровачныя шпількі, спецыяльны ключ (для тэадаліта 2Т2).

Мэта заняткаў: на аснове вывучэння канструкцыі дакладных тэадалітаў авалодаць уменнямі і навыкамі работы з рознымі сістэмамі адлічвання (пры дапамозе шкалавога мікраскопа і аптычнага мікрометра); азнаёміцца з усімі паверкамі і юсціроўкамі гэтых тэадалітаў і выканаць асноўныя з іх.

Асноўныя звесткі

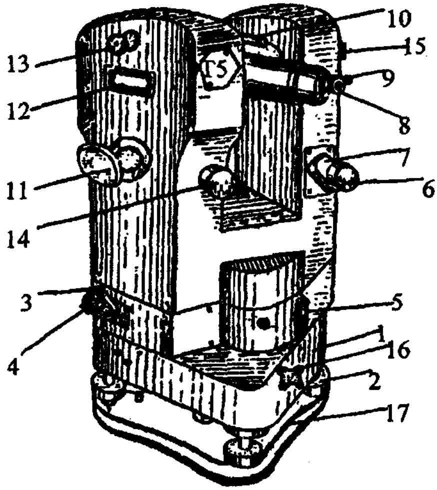
Да дакладных адносяцца тэадаліты, якія забяспечваюць вымярэнне вугла адным прыёмам з сярэдняй квадратычнай хібнасцю (СКХ) m_β: $1{,}5'' < m_\beta \leq 10''$.

Дакладныя тэадаліты па канструкцыі сістэм адлічвання па кругах падзяляюцца на: з аднабаковай – пры дапамозе шкалавога мікраскопа (Т5, 2Т5, Т5К, 2Т5К, 3Т5К, Theo 020); з двухбаковай – пры дапамозе аптычнага мікрометра (Т2, 2Т2, ТБ-1, Theo 010). Пры аднабаковай сістэме адлічвання назіральнік бачыць толькі бліжэйшую да сябе частку лімба, а пры двухбаковай бліжэйшая да назіральніка і супрацьлеглая часткі лімба пры дапамозе прызм адначасова перадаюцца ў поле зроку аптычнага мікрометра, пры гэтым бліжэйшая частка лімба адлюстроўваецца зверху, а супрацьлеглая – знізу (Т2).

Канструкцыя тэадалітаў

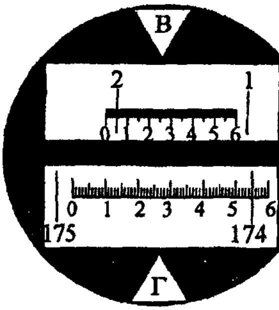
Тэадаліт Т5

Дадзены тэадаліт прымяняецца пры пабудове геадэзічных сетак згушчэння, здымачных сетак, гарызантальных здымках, пры інжынерна-геадэзічных вышуканнях, будаўнічых работах і другіх галінах інжынернай геадэзіі. Тэадаліты такой жа дакладнасці, але больш уніфікаваныя выраблены ў другой і трэцяй серыях: 2Т5, 2Т5К, 3Т5КП. Тэадаліт 2Т5К серыі «2Т» уніфікаваны з тэадалітам 2Т2, мае кампенсатар пры ВК, а тэадаліт серыі 3Т5КП – з прамым адлюстраваннем.

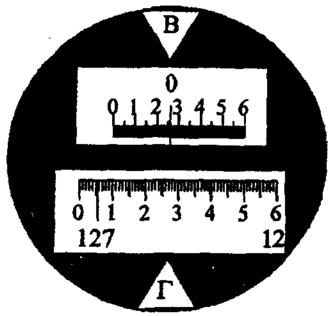


Рыс. 2.1. Тэадаліт Т5:
1 – падстаўка; 2 – падымальны вінт; 3, 4 – замацавальны і навадны вінты алідады ГК; 5 – махавічок для перастаноўкі ГК; 6, 7 – навадны і замацавальны вінты глядзельнай трубы; 8 – кольца факусіроўкі сеткі ніцяў; 9 – акуляр адліковага мікраскопа; 10 – аптычны візір; 11 – люстэрка; 12 – акно для асвятлення грунтвагі ВК; 13 – паваротная прызма; 14 – установачны вінт грунтвагі ВК; 15 – махавічок для факусіроўкі глядзельнай трубы; 16 – замацавальны вінт падстаўкі; 17 – трохвугольная металічная спружына

Поле зроку адліковых шкалавых мікраскопаў дакладных тэадалітаў

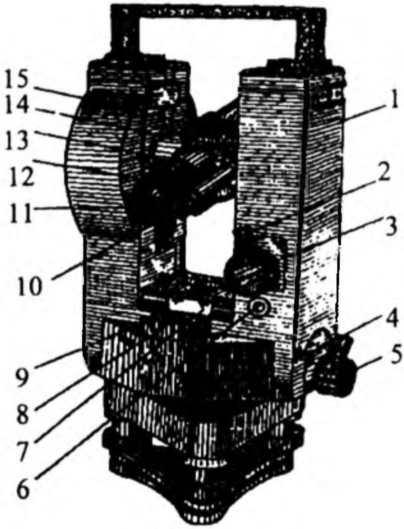


Рыс. 2.2 Тэадаліт Т5:
Адлікі: ГК – 174°55,0′; ВК – 2°05,0′

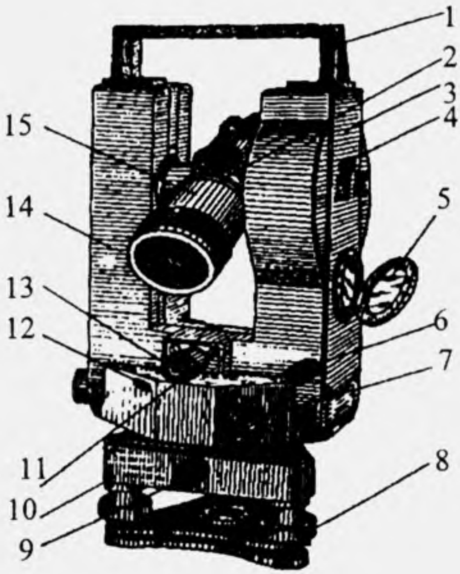


Рыс. 2.3. Тэадаліт 2Т5К:
Адлікі: ГК – 127°05,8′; ВК – 0°26,0′

Для абодвух тэадалітаў цана дзялення лімба 1° і цана дзялення шкалы 1′.



Рыс. 2.4. Тэадаліт 3Т5КП (круг злева):
1 – бакавая накрыўка; 2, 4 – вінты флажковага тыпу для замацавання глядзельнай трубы і ГК, а 3, 5 – адпаведныя навадныя вінты; 6 – юсціровачны вінт цыліндрычнай грунтвагі; 7 – цыліндрычная грунтвага; 8 – круглая грунтвага; 9 – юсціровачны вінт круглай грунтвагі; 10 – акуляр адліковага мікраскопа; 11 – акуляр глядзельнай трубы; 12 – каўпачок; 13 – крэмальера (для факусіроўкі глядзельнай трубы); 14 – вось вярчэння глядзельнай трубы; 15 – візір



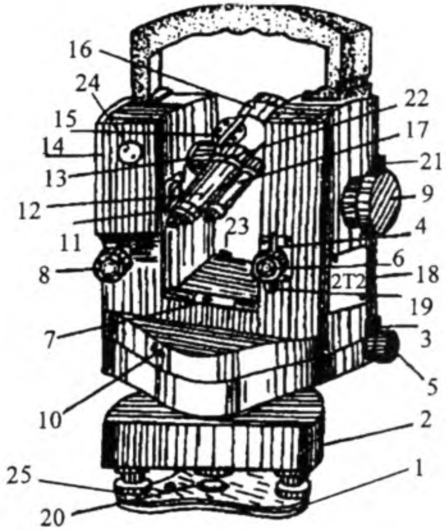
Рыс. 2.5. Тэадаліт 3Т5КП:
1 – ручка; 2 – клінавое кальцо; 3 – бакавая накрыўка; 4 – корак (пробка);
5 – люстэрка; 6 – установачны вінт; 7 – махавічок для перастаноўкі лімба ГК;
8 – падымальны вінт; 9 – замацавальны вінт падстаўкі; 10 – падстаўка;
11 – кольца факусіроўкі цэнтрыра; 12 – ілюмінатар; 13 – акуляр цэнтрыра;
14 – калонка; 15 – глядзельная труба

Тэадаліт 2Т2 (Т2, ТБ1)

Гэты тэадаліт адносіцца да дакладных аптычных тэадалітаў з двухбаковым адлікам па кругах. Прыбор прызначаны для пракладання дзяржаўных геадэзічных сетак (ДГС) і розных дакладных работ у інжынернай (прыкладной) геадэзіі, напрыклад, прывязка аўтамабільных дарог да пунктаў ДГС.

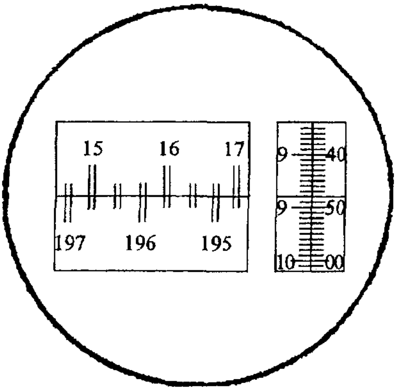
Устаноўка прыбора, навядзенне трубы на цэль і парадак работы пры вымярэнні вугла спосабам прыёмаў аналагічныя работам з тэадалітам 2Т30. Але ж у прыбора прымяняецца аптычная сістэма сумешчанага адліку.

Адлікі па аптычнаму мікрометру выконваюць пасля навядзення скрыжавання сеткі ніцяў на прадмет. Тэадаліты Т2 і 2Т2 маюць розныя адліковыя прыстасаванні і адлікі па іх бяруцца па-рознаму.



Рыс.2.6. Тэадаліт 2Т2:
1 – трохвугольная металічная пласціна (спружына); 2 – падстаўка;
3, 5 – замацавальны і навадны вінты алідады ГК; 4, 6 – замацавальны і навадны вінты глядзельнай трубы; 7 – цыліндрычная грунтвага; 8 – установачны вінт грунтвагі ВК; 9 – галоўка (барабан) мікрометра; 10 – ілюмінатар круга шукальніка; 11 – каўпачок; 12 – крэмальера; 13 – вось вярчэння трубы; 14 – калонка; 15 – аптычны візір; 16 – глядзельная труба; 17 – мікраскоп; 18 – крышка; 19 – юсціровачны вінт грунтвагі ГК; 20 – утулка; 21 – рычаг пераключэння кругоў; 22 – клінавое кальцо для выпраўлення калімацыйнай хібнасці; 23 – махавічок для перастаноўкі лімба ГК; 24 – юсціровачныя вінты грунтвагі пры алідадзе ВК; 25 – падымальны вінт

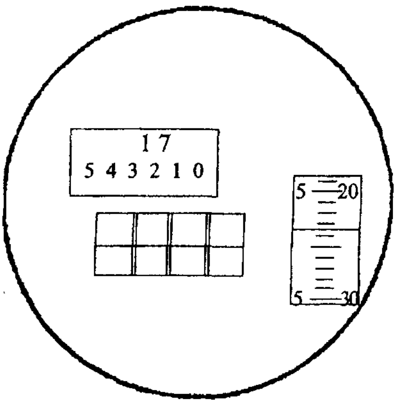
У тэадаліта Т2 пасля сумяшчэння барабанам 9 мікрометра (гл. рыс. 2.6) вертыкальных штрыхоў (рыс. 2.7) па верхнім адлюстраванні лімба бяруць адлік лічбы градусаў, што адрозніваецца на 180° ад адліку на ніжнім адлюстраванні справа, напрыклад 15° (г.зн. 15° і 195°). Колькасць дзяленняў паміж сумешчанымі штрыхамі, якія адрозніваюцца на 180°, азначае лічбу дзесяткаў мінут (50'). Па шкале, якая размешчана справа, бяруць па індэксу (гарызантальнай лініі) адлік у адзінках мінут і секундах (9'48"). Канчатковы адлік будзе прадстаўляць суму ўзятых адлікаў, г.зн. 15°50' + 9'48" = 15°59'48".



Рыс. 2.7. Тэадаліт Т2.
Адлік: 15°59′48″

У тэадаліта 2Т2 пасля сумяшчэння вертыкальных штрыхоў супрацьлеглых бакоў лімба лічбы адліку дзесяткаў мінут бяруць пад лічбай размешчаных зверху градусаў. Напрыклад, 17°20' (рыс. 2.8), пры тым лічбы адзінак мінут і секунды (5'23") вызначаюць, як і ў тэадаліта Т2. Канчатковы адлік будзе прадстаўляць суму ўсіх адлікаў, г.зн. 17°25'23".

Поле зроку адліковых мікраскопаў дакладных тэадалітаў паказана на рыс 2.7 і 2.8.



Рыс. 2.8. Тэадаліт 2Т2.
Адлік: 17°25′23″

Паваротам рукаяткі 21 (гл. рыс. 2.6) уключаюць ВК. Адлікі па ім бяруць так, як і па ГК, але ж перад гэтым установачным вінтом 8 сумяшчаюць канцы пузырка кантактнай грунтвагі пры ВК. Дзяленні ВК падпісаны супраць хода гадзіннікавай стрэлкі, таму месца зеніта $MZ°$ і зенітную адлегласць вылічваюць па формулах

$$MZ° = (L + R - 360°) / 2;$$

$$Z° = L - MZ; \quad Z° = MZ° - R; \quad Z° = (L - R + 360°) / 2.$$

Паверкі і юсціроўкі тэадаліта

Каб вынікі вымярэнняў адпавядалі зададзеным параметрам дакладнасці прыбора, асобныя яго часткі павінны задавальняць шэраг механіка-тэхналагічных і геаметрычных умоў. З мэтай кантролю ўмоў, якія закладзены ў канструкцыю тэадаліта, выконваюць яго праверкі (для геадэзічных прыбораў ужываецца тэрмін ***паверкі***).

Для прывядзення частак прыбора ў адпаведнасць з пастаўленымі ўмовамі выконваюць ***юсціроўкі*** (рэгуліроўкі).

Асноўныя механіка-тэхналагічныя ўмовы

Свабоднае, плаўнае і правільнае перамяшчэнне ўсіх рухомых частак прыбора.

Устойлівае становішча прыбора на штатыве.

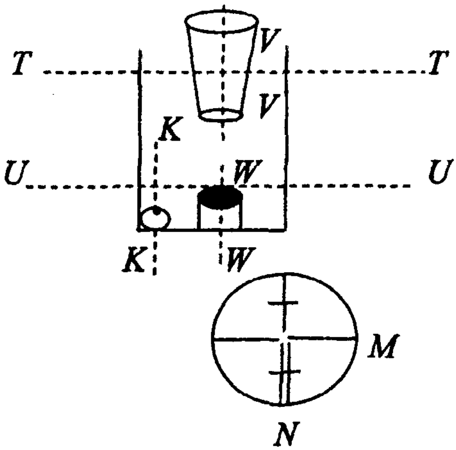
Паверка: пасля замацавання тэадаліта на штатыве і навядзення яго на цэль злёгку рукамі паварочваць галоўку штатыва ў адзін, затым у супрацьлеглы бок. Калі прыняць рукі, візірная восе (перасячэнне сеткі ніцяў) павінна вярнуцца на цэль. У адваротным выпадку трэба тужэй зацягнуць вінты ножак штатыва.

Высокадакладны выраб і зборка восевых сістэм; дакладнае раздзяленне і нанясенне тонкіх штрыхоў лімбаў, шкал, індэксаў; забеспячэнне зададзеных параметраў глядзельнай трубы і адліковай сістэмы.

Геаметрычныя ўмовы

Становішча асобных частак тэадаліта вызначаецца ўзаемным палажэннем яго асноўных восей, якімі з'яўляюцца:

W – вось вярчэння прыбора (вертыкальная вось тэадаліта); *U* – вось цыліндрычнай грунтвагі (датычная да ўнутранай паверхні ампулы ў нуль-пункце); *T* – вось вярчэння глядзельнай трубы; *V* – візірная вось глядзельнай трубы (прамая, якая злучае аптычны цэнтр аб'ектыва і перасячэнне сеткі ніцяў); *K* – вось круглай грунтвагі (нармаль да плоскасці, датычнай да ўнутранай паверхні ампулы ў нуль-пункце); *M, N* – гарызантальная і вертыкальная ніці сеткі.



Рыс. 2.9. Схема восяў і сеткі ніцяў тэадаліта

Павяраюць наступныя геаметрычныя ўмовы, якім павінна задавальняць узаемнае размяшчэнне восей тэадаліта.

1. ***U* ⊥ *W*.** *Вось цыліндрычнай грунтвагі пры алідадзе ГК павінна быць перпендыкулярна да восі вярчэння прыбора.*

Устанавіць тэадаліт у рабочае становішча.

Для паверкі вось грунтвагі паставіць паралельна двум падымальным вінтам падстаўкі і прывесці пузырок у нуль-пункт. Затым павярнуць алідаду вакол вертыкальнай восі на 180°. Калі пузырок грунтвагі зрушыўся больш чым на адно дзяленне, то выканаць ***юсціроўку***. Для гэтага пузырок грунтвагі вярнуць на сярэдзіну ампулы на палову

дугі адхілення, дзейнічая падымальнымі вінтамі падстаўкі, на другую палову – юсціровачнымі вінтамі грунтвагі. Паверку паўтарыць.

2. ***K* || *W*.** *Вось круглай грунтвагі (пры яе наяўнасці на тэадаліце) павінна быць паралельна восі вярчэння прыбора.*

Дакладнасць цыліндрычнай грунтвагі вызначаецца *цаной дзялення шкалы* – вуглом **τ**, на які адхіляецца вось грунтвагі, калі пузырок перамясціўся на адно дзяленне. Для дакладных тэадалітаў Т5 і Т2 цана дзялення гэтай грунтвагі адпаведна 30" і 15". Круглая грунтвага выкарыстоўваецца для грубай устаноўкі прыбора і дакладнасць яе састаўляе прыкладна 8-10'. Таму *паверка круглай грунтвагі* выконваецца *па цыліндрычнай грунтвазе.* Калі пры ўстанаўленні цыліндрычнай грунтвагі пузырок круглай не вярнуўся на нуль-пункт, яго выводзяць юсціровачнымі вінтамі круглай грунтвагі.

3. ***V* ⊥ *T*.** *Візірная вось глядзельнай трубы павінна быць перпендыкулярна восі вярчэння трубы.*

Для тэадалітаў з *двухбаковай* сістэмай адлікаў па лімбу (Т2, 2Т2, ТБ-1, Theo 010A і інш.) вертыкальны штрых сеткі глядзельнай трубы наводзяць на аддалены на сотні метраў пункт і па гарызантальнаму кругу бяруць адлікі П і Л пры КП і КЛ. Калімацыйная хібнасць **c** вылічаецца па формуле **c** = (Л – П ± 180°)/2.

Дапушчальная велічыня **c** ≤ 10".

Для тэадалітаў з *аднабаковай* сістэмай адлікаў па лімбу (Т5, 2Т5, Т5К, 2Т5К, Theo 020 і інш.) рознасць адлікаў Л-П скажаецца ўплывам як калімацыйнай хібнасці **c**, так і эксцэнтрысітэту алідады, велічыня якога можа дасягаць ±1'. Таму калімацыйная хібнасць такіх тэадалітаў вылічаецца па формуле

$$c = (Л_1 - П_1 \pm 180° + Л_2 - П_2 \pm 180°)/4,$$

дзе $Л_1, П_1$ – адлікі па лімбу пры КЛ і КП;

$Л_2, П_2$ – такія ж адлікі пасля пераводу глядзельнай трубы праз зеніт на 180°.

Дапушчальная велічыня $c \le \tau_л$, дзе $\tau_л$ – дакладнасць адлічвання па лімбу.

Юсціроўка. Навадным вінтом алідады ГК паставіць сярэдні адлік $Л_{сяр.}$ = Л – **c** або $Л_{сяр.}$= П + **c**; для тэадалітаў з аптычным мікрометрам адлік мінут і секунд паставіць вярчэннем барабана мікрометра, а адлюстраванне вертыкальных штрыхоў лімба сумяшчаюць вярчэннем навадного вінта алідады ГК. Гэтым жа вінтом устанаўліваюць адлікі Л – **c** або П + **c** у тэадалітах са шкалавым мікраскопам. (Т5, 2Т5, 2Т5К).

Вяртанне вертыкальнага штрыха сеткі ніцяў на адлюстраванне назіраемага пункта ў розных тэадалітах выконваецца па-рознаму. У тэадаліта Т2, Т5, ТБ1 – гарызантальнымі юсціровачнымі вінтамі сеткі ніцяў пры аслабленні вертыкальных.

У тэадалітах 2Т2, 2Т5, 2Т5К юсціроўку выконваюць пры дапамозе паварота спецыяльным ключом клінавога кальца, якое мяняе напрамак візірнай восі адносна восі вярчэння трубы.

Паверку выконваюць некалькі разоў пры розных адлегласцях да цэлі, каб выявіць як велічыню калімацыйнай хібнасці **c**, так і хістанне яе значэнняў з-за няправільнага руху лінзы, якая факусіруе глядзельную трубу, і пазацэнтравання візірнай восі. Назіранні выконваюць у дзве серыі. Для тэадалітаў Т2, 2Т2, ТБ-1 разыходжанне паміж назіраннямі ў двух серыях не павінна быць больш за 2-5", для тэадалітаў Т5, 2Т5, Т5К – не перавышаць ± 10".

Змяненні калімацыйнай хібнасці, якія вылічаюць па формуле $\Delta C_i = C_{i\,сяр.} - C_{\infty\,сяр.}$ не павінны перавышаць 3". Тут $C_{i\,сяр.}$ і $C_{\infty\,сяр.}$ – сярэднія велічыні калімацыйных хібнасцяў, вызначаныя для адлегласцяў S_i і S_∞ у розных серыях.

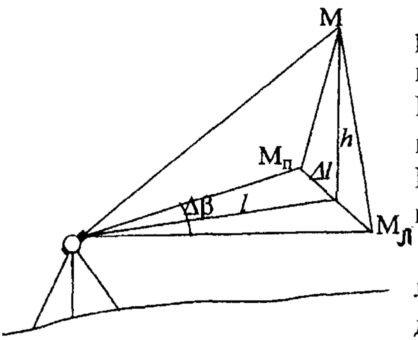
4. ***M⊥W.*** *Гарызантальная ніць сеткі павінна быць перпендыкулярна восі вярчэння тэадаліта.*

Гарызантальную ніць сеткі навесці на выразны пункт (кропка на сцяне будынка) і навадным вінтом алідады правесці гэтую ніць праз адлюстраванне пункта. Калі штрых зыходзіць з адлюстравання пункта болей за дзве свае таўшчыні, то *юсціроўку* робяць паваротам акуляра вакол візірнай восі. Для гэтага ў тэадалітах Т2, Т5, Т5К трэба адпусціць адвёрткай вінты, якія крэпяць акуляр да трубы, павярнуць сетку ніцяў да супадзення гарызантальнага штрыха на ўсім яго працягу з адлюстраваннем пункта. У тэадалітах 2Т2, 2Т5 і 2Т5К

каўпачок не здымаюць, а паварочваюць акуляр разам з сеткай; у астатніх тэадалітах юсціровачныя вінты сеткі знаходзяцца пад каўпачком.

Сетку ніцяў таксама можна паверыць навядзеннем вертыкальнай ніці на ніць адвеса, падвешанага ў 7-10 м ад прыбора. Пры несупадзенні вертыкальнай ніці сеткі з ніццю адвеса юсціроўку робяць, як прыведзена вышэй.

5. ***T* ⊥ *W*.** *Вось вярчэння глядзельнай трубы павінна быць перпендыкулярна да восі вярчэння тэадаліта.*



Рыс. 2.10. Схема паверкі

Паверка выконваецца праецыраваннем пункта M пры КП і КЛ на ўзровень гарызонта прыбора $M_П$ і $M_Л$ (рыс. 2.10), вымярэннем несумяшчэння Δl паміж пунктамі $M_П$ і $M_Л$ і вымярэннем па ніцяному дальнамеру адлегласці l.

Выбраць $l \approx h$. Вугал $\Delta\beta$ вылічаюць па формуле $\Delta\beta = (\Delta l / l)\cdot\rho$, дзе ρ = 206265" – колькасць секунд у радыяне. Велічыня вугла $\Delta\beta$ не перавышае звычайна 10".

Юсціроўку тэадаліта пры неперпендыкулярнасці восяў *T* і *W* выконваюць у майстэрні.

6. ***Месца нуля (MO)*** *або* ***месца зеніта (MZ)*** *вертыкальнага круга павінны быць нязменлівымі і блізкімі да нуля.*

У тэадаліта з двухбаковай сістэмай адлікаў (Т2, 2Т2, 2Т2А,ТБ-1, Theo 010) месца зеніта *MZ* і зенітная адлегласць $Z°$ вылічаюцца па формулах

$$MZ = (L + R - 360°) / 2; \quad Z = L - MZ; \quad Z = MZ - R;$$

$$Z = (L - R + 360°)/ 2,$$

дзе L і R – адлікі па ВК пры КЛ і КП адпаведна.

У тэадалітах з аднабаковай сістэмай адлікаў са шкалавым мікраскопам месца нуля *(MO)* і вугал нахілу (ν) вылічаюць па наступных формулах.

Для тэадаліта Т5:

$$MO = (R + L + 180°) / 2;$$

$$\nu = R - MO; \qquad \nu = MO - (L + 180°); \qquad \nu = [\, R - (L + 180°)] / 2.$$

Для тэадалітаў 2Т5 і 2Т5К:

$$MO = (L + R) / 2;$$

$$\nu = L - MO; \qquad \nu = MO - R; \qquad \nu = (\, L - R) / 2.$$

Прывядзенне *MO* і *MZ* да адліку, блізкаму да 0°, выконваюць наступным чынам. Вызначаюць *MO* і ν або *MZ* і $Z°$. На ВК устанаўліваюць адлік, роўны ν або $Z°$. Сетка ніцяў зыйдзе з пункта, на які яе наводзілі пры вызначэнні *MO (MZ)*. Вярнуць гарызантальную ніць сеткі на пункт трэба вертыкальнымі юсціровачнымі вінтамі сеткі ніцяў. У тэадалітах, дзе такія вінты адсутнічаюць, выпраўленне *MO (MZ)* дасягаецца з дапамогай юсціровачнага вінта кампенсатара.

Велічыня *MO (MZ),* як і велічыня калімацыйнай хібнасці **с,** можа мяняцца з-за няправільнага руху лінзы, якая факусіруе глядзельную трубу, і з-за пазацэнтравання візірнай восі. Даследаванне нязменлівасці *MO (MZ)* выконваюць сумесна з вызначэннем калімацыйнай хібнасці **с**, для чаго бяруць адлікі па ВК.

7. *Візірная вось аптычнага цэнтрыра павінна супадаць з воссю вярчэння тэадаліта.*

Пасля прывядзення тэадаліта ў рабочае становішча на аркушы паперы, пакладзенай пад штатыў, адзначаюць праекцыю цэнтра кружка аптычнага цэнтрыра. Павольна паварочваюць алідаду вакол вертыкальнай восі і назіраюць за адлюстраваннем адзначанага пункта. Калі ён зрушыўся больш за трайную шырыню лініі акружыны сеткі, то трэба адвінціць крышку аптычнага цэнтрыра (Т2, Т5, Т5К) і адпусціць вінты, якія крэпяць акулярнае калена гэтага цэнтрыра, і перамясціць яго на палову адхілення. Паверку паўтараюць.

У тэадалітах 2Т2, 2Т5, 2Т5К юсціроўку аптычнага цэнтрыра выконваюць у майстэрні перамяшчэннем і паваротам аправы з прызмай.

8. *Кампенсатар адліковай сістэмы ВК павінен забяспечваць нязменлівасць адліку па ВК пры нахіле восі кручэння тэадаліта ў межах, якія вызначаны для дадзенага прыбора (для тэадалітаў з кампенсатарамі).*

Перад гэтай паверкай павяраюць цыліндрычную грунтвагу пры алідадзе ГК. Затым павяраюць *дакладнасць работы кампенсатара* **τ**, дзеля чаго візірную трубу тэадаліта ўстанаўліваюць над падымальным вінтом 25 (гл. рыс. 2.6) падстаўкі, двойчы наводзяць трубу на вызначаны ў гэтым напрамку пункт і бяруць адлікі a_1 і a_2 па ВК. Паварочваюць алідаду на 90°, тым жа вінтом нахіляюць тэадаліт на 2-3 дзяленні грунтвагі і зноў двойчы наводзяць на пункт і бяруць адлікі b_1 і b_2 па ВК. Дакладнасць работы кампенсатара вылічаюць па формуле

$$[(a_1 + a_2) / 2] - [(b_1 + b_2) / 2] = \tau.$$

Для тэадалітаў Т5К і 2Т5 $\tau \leq 0{,}1'$.

Паверку паўтараюць, пры гэтым тэадаліт нахіляюць у супрацьлеглы бок.

Пры паверцы *мяжы работы кампенсатара* $\Delta\nu$ тэадаліт устанаўліваюць па цыліндрычнай грунтвазе, замацоўваюць трубу так, каб яе калімацыйная плоскасць праходзіла праз падымальны вінт падстаўкі, і бяруць адлік b_1'. Тым жа вінтом павольна круцяць і назіраюць у адліковы мікраскоп трубы, пакуль штрых лімба ВК спыніць перамяшчэнне адносна шкалы мікраскопа (тэадаліты Т5К, 2Т5К), пасля чаго бяруць адлік b_2' і вылічаюць межы работы кампенсатара:

$$\Delta\nu = \left|b_2' - b_1'\right| .$$

Для тэадалітаў Т5К, 2Т5К $\Delta\nu \geq 3{,}5'$.

Паверку паўтараюць, пры гэтым падымальны вінт круцяць у супрацьлеглым напрамку.

У тэадалітах 2Т2, 2Т5, 2Т5К юсціроўку аптычнага цэнтрыра выконваюць у майстэрні перамяшчэннем і паваротам аправы з прызмай.

8. *Кампенсатар адліковай сістэмы ВК павінен забяспечваць нязменлівасць адліку па ВК пры нахіле восі кручэння тэадаліта ў межах, якія вызначаны для дадзенага прыбора (для тэадалітаў з кампенсатарамі).*

Перад гэтай паверкай павяраюць цыліндрычную грунтвагу пры алідадзе ГК. Затым павяраюць *дакладнасць работы кампенсатара* **τ**, дзеля чаго візірную трубу тэадаліта ўстанаўліваюць над падымальным вінтом 25 (гл. рыс. 2.6) падстаўкі, двойчы наводзяць трубу на вызначаны ў гэтым напрамку пункт і бяруць адлікі a_1 і a_2 па ВК. Паварочваюць алідаду на 90°, тым жа вінтом нахіляюць тэадаліт на 2-3 дзяленні грунтвагі і зноў двойчы наводзяць на пункт і бяруць адлікі b_1 і b_2 па ВК. Дакладнасць работы кампенсатара вылічаюць па формуле

$$[(a_1 + a_2) / 2\,] - [(b_1 + b_2) / 2] = \tau.$$

Для тэадалітаў Т5К і 2Т5 $\tau \le 0{,}1'$.

Паверку паўтараюць, пры гэтым тэадаліт нахіляюць у супрацьлеглы бок.

Пры паверцы *мяжы работы кампенсатара* $\Delta\nu$ тэадаліт устанаўліваюць па цыліндрычнай грунтвазе, замацоўваюць трубу так, каб яе калімацыйная плоскасць праходзіла праз падымальны вінт падстаўкі, і бяруць адлік b_1'. Тым жа вінтом павольна круцяць і назіраюць у адліковы мікраскоп трубы, пакуль штрых лімба ВК спыніць перамяшчэнне адносна шкалы мікраскопа (тэадаліты Т5К, 2Т5К), пасля чаго бяруць адлік b_2' і вылічаюць межы работы кампенсатара :

$$\Delta\nu = \left|b_2' - b_1'\right| .$$

Для тэадалітаў Т5К, 2Т5К $\Delta\nu \ge 3{,}5'$.

Паверку паўтараюць, пры гэтым падымальны вінт круцяць у супрацьлеглым напрамку.

Юсціроўку у тэадаліта 2Т5К выконваюць юсціровачным вінтом кампенсатара.

Парадак выканання задання

1. Азнаёміцца з асноўнымі звесткамі задання.
2. Азнаёміцца з усімі паверкамі дакладных тэадалітаў.
3. Устанавіць тэадаліт у рабочае становішча і выканаць паверкі 1, 3, 4, 6 з запісам назіранняў і вынікам вылічэння ў адпаведным журнале (табл. 2.1).

Т а б л і ц а 2.1

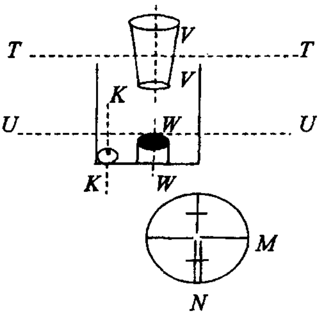


Схема восяў і сеткі ніцяў тэадаліта

Ж у р н а л

асноўных паверак тэадаліта Т2

№ ____________________

№ паве-ркі	Геамет-рычныя ўмовы	Адлікі да/пасля юсціроўкі	Формулы і вынікі вылічэння	Юсціроўка
1	2	3	4	5
1	$U \perp W$	Адхіленне дзяленняў грунтвагі 3 / 0,5	3 / 2 = 1,5	Вяртанне пузырка на сярэдзіну на 1,5 дзялення падымальнымі і на 1,5 дзялення – юсціровачнымі вінтамі
3	$V \perp T$	сяр. кл 41°36′32/31″ | 32″ кп 221°36′57/59″ | 58″ кл 41°36′41/39″ | 40″ кп 221°36′48/48″ | 48″ - 13 / - 4	с = (кл-кп±180°)/2 с = - 13″ с = – 4″ $с_{дап.}$ ≤ 10″	Навадным вінтом аліда-ды ГК устанавіць адлік $кл_{сяр.}$= кл-с = кп+с; $кл_{сяр}$= 41°36′32″-(-13″) = = 41°36′45″. Гарызантальнымі юсціровачнымі вінтамі сеткі ніцяў вертыкальную ніць навесці на назіраемы пункт

1	2	3	4	5
4	$M \perp W$	Ад ніці адвеса вертыкальная ніць сеткі адышла прыкладна на 4 яе таўшчыні. 4 / 1	—	Адпускаем адвёрткай вінты, якія крэпяць акуляр да глядзельнай трубы, і паварочваем сетку ніцяў (акуляр) да сумяшчэння вертыкальнай ніці з ніццю адвеса. Вінты пазашрубоўваем
6	$MZ(MO)$ – const $MZ \approx 0$	L 56°18′19/17" | 18" R 303°41′11/13" | 12" L 56°18′27/28" | 28" R 303°41′22/22" | 22" - 15 / -5	$MZ=(L+R-360°)/2$ $Z_1=L-MZ$ $Z_2=MZ-R$ $Z_3=(L-R+360°)/2$ $MZ=-15''$ Z_1=56°18′33" Z_2=56°18′33" Z_3=56°18′33" $MZ=-5''$ Z_1=56°18′33"	Устанавіць адлік Z. Гарызантальная ніць сеткі зыйдзе з назіраемага пункта. Вяртаем яе на пункт вертыкальнымі вінтамі сеткі

Лабараторная работа № 3

ВЫМЯРЭННЕ ГАРЫЗАНТАЛЬНЫХ ВУГЛОЎ СПОСАБАМ КРУГАВЫХ ПРЫЁМАЎ. ВЫМЯРЭННЕ ЗЕНІТНЫХ АДЛЕГЛАСЦЯЎ

Неабходныя прыборы і прылады: дакладныя тэадаліты Т2,2Т2,ТБ-1 са штатывамі.

Мэта заняткаў: навучыцца вымярэнню вуглоў спосабам кругавых прыёмаў тэадалітамі з аптычнымі мікрометрамі.

Асноўныя звесткі

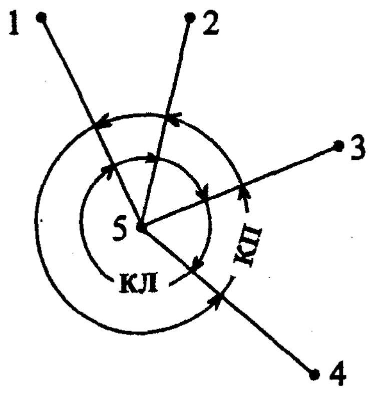
Існуе некалькі спосабаў вымярэння вуглоў: прыёмаў (разгледжаны ў лабараторнай рабоце № 1), усялякіх камбінацый (Шрэйбера), паўтораў і кругавых прыёмаў (Струве).

У спосабе Шрэйбера вымяраюць паасобна ўсе вуглы, якія можа ўтварыць любая пара напрамкаў з дадзенага пункта.

Пры вымярэнні спосабам паўтораў вугал некалькі разоў паслядоўна адкладаецца на лімбе прыбора, адлікі ж робяцца толькі ў пачатку і ў канцы адкладання.

Вымярэнне вуглоў спосабам кругавых прыёмаў

Найбольш простым і эканамічным з пералічаных спосабаў з'яўляецца *спосаб кругавых прыёмаў* (рыс. 3.1), які дазваляе прадставіць вынікі вымярэнняў у выглядзе рада незалежных і раўнадакладных напрамкаў. Гэты спосаб прымяняецца як у трыангуляцыі і паліганаметрыі, так і ў інжынернай (прыкладной) геадэзіі пры дакладных вымярэннях, калі з аднаго пункта вымяраецца больш за два напрамкі.



Рыс. 3.1. Схема вымярэння вуглоў спосабам кругавых прыёмаў

Пры вымярэнні вуглоў спосабам кругавых прыёмаў выбіраюць пачатковы напрамак, напрыклад, 5-1, куды пры КЛ наводзяць трубу. Пачатковы адлік на гэты пункт устанаўліваюць прыкладна 0°00'30" (у нашым прыкладзе 0°00'34"). Затым трубу паслядоўна наводзяць на пункты 2, 3, 4 і 1, здымаюць адлікі і запісваюць у журнал (табл. 3.1).

Табліца 3.1

Журнал вымярэння вуглоў спосабам кругавых прыёмаў

Пункт 5
Тэадаліт 2Т2 № 18936-83
Дата: 20 кастрычніка 2004 г.
Назіраў: ________________
Вылічыў: ________________

Прыём 1
Надвор'е: яснае, вецер слабы
Бачнасць: добрая
Адлюстраванне: спакойнае

№ напрамак	Круг	Адлік па лімбу пры КЛ і КП, ° '	Адлікі па мікрометру a_1, "	Адлікі па мікрометру a_2, "	$(a_1+a_2)/2$, "	2c = =кл-кп, "	кл+кп/2, ° ' "	Выпраўленыя напрамкі, ° ' "	Прыведзеныя напрамкі, ° ' "
1	КЛ КП	0 00 180 00	34 06	34 07	34,0 06,5	+27,5	0 00 20,2	0 00 20,2	0 00 00,0
2	КЛ КП	19 54 199 54	31 07	29 07	30,0 07,0	+23,0	**+0,3** 19 54 18,5	19 54 18,8	19 53 58,6
3	КЛ КП	57 18 237 18	17 01	16 00	16,5 00,5	+16,0	**+0,6** 57 18 08,5	57 18 09,1	57 17 48,9
4	КЛ КП	125 53 305 53	35 18	35 16	35,0 17,0	+18,0	**+0,9** 125 53 26,0	125 53 26,9	125 53 06,7
1	КЛ КП	0 00 180 00	33 05	33 05	33,0 05,0	+28,0	**+1,2** 0 00 19,0	0 00 20,2	
							Δ= -1,2		

Вызначэнне месца зеніта *MZ* і зенітнай адлегласці $Z°$

Формулы:

$MZ = (L + R - 360°)/2$
$Z_1 = L - MZ$
$Z_2 = MZ - R$
$Z_3 = (L - R + 360°)/2$

Прыклад:

L 56° 18'27 / 28" | 28"
R 303° 41'22 / 22" | 22"

$MZ = -5"$
$Z_1 = 56°18'33"$
$Z_2 = 56°18'33"$
$Z_3 = 56°18'33"$

Пасля заканчэння першага паўпрыёма пачынаюць другі. Для гэтага глядзельную трубу пераводзяць праз зеніт, паварочваюць тэадаліт супраць хода гадзіннікавай стрэлкі, наводзяць на пункт 1 і паслядоўна на ўсе астатнія пункты ў парадку, адваротным таму, які быў у першым паўпрыёме, г.зн. 1, 4, 3, 2, 1. Запіс вядуць у парадку, адваротным першаму паўпрыёму (знізу ўверх). Кантрольназіранняў вядуць па нязменлівасці велічыні двайной калімацыйнай хібнасці.

Для павелічэння дакладнасці вугал вымяраюць некалькімі прыёмамі. Кожны наступны прыём робяць, як і першы, але ж для аслаблення ўплыву хібнасцяў штрыхоў лімба яго перастаўляюць паміж прыёмамі на вугал $\delta = 180° / n + 10'$, дзе n – колькасць прыёмаў.

Калі пры замыканні гарызонта атрымліваецца невязка, яе размяркоўваюць з адваротным знакам на ўсе сярэднія напрамкі (як паказана ў табл. 3.1) прапарцыйна нумарам i-х напрамкаў:

$$\delta_i = -\Delta / k \times (i - 1),$$

дзе Δ – незамыканне гарызонта ў прыёме; k – колькасць напрамкаў; δ_i – папраўка ў напрамак з нумарам i.

У кожным прыёме канчатковыя значэнні напрамкаў прыводзяць да агульнага нуля: для гэтага ад значэнняў усіх напрамкаў адымаюць значэнне адліку на напрамак 1 (зыходны напрамак).

Парадак выканання задання

1. Азнаёміцца з асноўнымі звесткамі задання.
2. Падрыхтаваць журнал вымярэння вуглоў (гл. табл. 3.1).
3. Устанавіць тэадаліт у рабочае становішча.
4. Выбраць n пунктаў для назірання ($n \geq 3$).
5. На першы пункт навесці глядзельную трубу, барабанам мікрометра і махавічком для перастаноўкі лімба ўстанавіць адлік прыкладна 0°00'30".
6. Паслядоўна навесці трубу на ўсе астатнія пункты і зняць адлікі пры КЛ і КП. На адзін пункт узяць адлікі L і R па вертыкальнаму кругу.
7. Апрацаваць журнал. Вылічыць прыведзеныя напрамкі, месца зеніта $MZ°$ і зенітную адлегласць $Z°$ па формулах, прыведзеных у табл. 3.1.

Лабараторная работа №4

ВЫМЯРЭННЕ ЛІНІЙ ПАРАЛАКТЫЧНЫМ МЕТАДАМ

Неабходныя прыборы і прылады: дакладныя тэадаліты Т2, 2Т2, ТБ-1 са штатывамі; рэйка Bala; аптычны цэнтрыр.

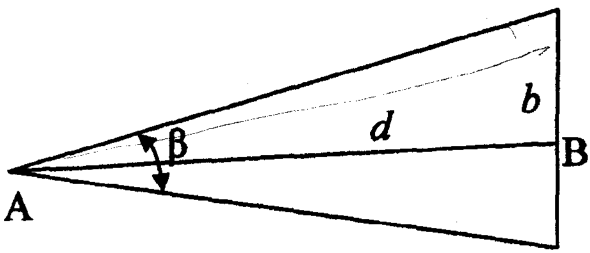
Мэта заняткаў – набыць навыкі работы з дакладнымі тэадалітамі, авалодаць вымярэннем даўжынь ліній паралактычным метадам і ацэнкай дакладнасці вымярэнняў.

Асноўныя звесткі

Паралактычны метад – бескантактавы метад вызначэння адлегласцяў з дапамогай кароткага базіса вядомай даўжыні, які ўстанаўліваюць папярок лініі, што вызначаецца, і паралактычных вуглоў, якія вымяраюцца. Даўжыню лініі вызначаюць пабудовай на мясцовасці *простых* або *складаных* паралактычных звенняў.

Спосабы паралактычных вымярэнняў

Простае паралактычнае звяно паказана на рыс. 4.1. Яно прадстаўляе сабой роўнабаковы трохвугольнік, у якім аснова – даўжыня базіса, роўная даўжыні жэзла *b*, які размешчаны ў рэйцы Bala; вышыня трохвугольніка – даўжыня лініі *d*, якую вызначаюць; β – паралактычны вугал, які вымяраюць тэадалітам.



Рыс. 4.1. Простае паралактычнае звяно

Даўжыню лініі AB = *d* вылічаюць па формуле

$$d = (b/2) \times \mathrm{ctg}\,(\beta/2).$$

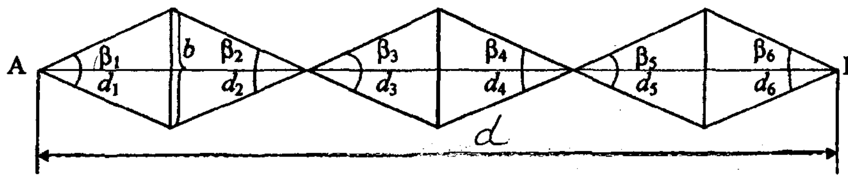
Разліковую СКХ даўжыні лініі можна вылічыць па формуле

$$m_d = m_\beta \times d^2/(b \times \rho), \tag{4.1}$$

дзе m_β – СКХ вымярэння вугла; ρ = 206265". Прыклад: калі m_β = 2"; d = 10 м; b = 2 м, дык m_d = (2× 10 × 10)/(2 × 206265) = 0,00048 м ≈ ≈ 0,5 мм.

Адносная хібнасць m_d/d = 0,00048/10 ≈ 1/20600.

Згодна формуле (4.1) хібнасць павялічваецца ў квадратычнай залежнасці ад павелічэння даўжыні лініі. Таму каб вымераць доўгую лінію, яе разбіваюць на k частак і прымяняюць *створна-кароткабазісны спосаб.*



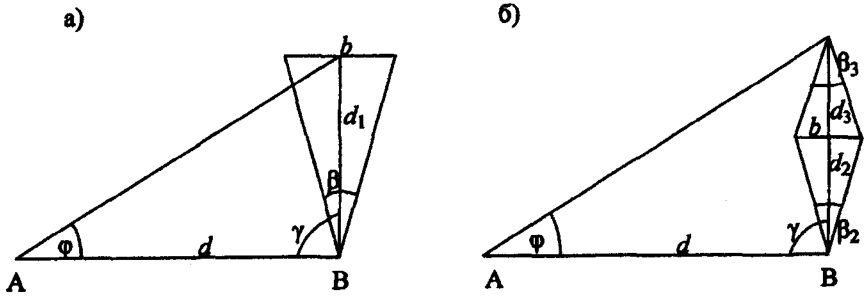
Рыс. 4.2. Створна-кароткабазісны спосаб вымярэння лініі АВ

Пры гэтым спосабе СКХ вымярэння усёй лініі АВ вылічаюць па формуле

$$m_d = m_\beta \times d^2 /(b \times \rho \times \sqrt{k^3}).$$

Такім чынам, прымяненне створна-кароткабазіснага спосаба павялічвае ў $\sqrt{k^3}$ разоў дакладнасць вымярэння лініі АВ адносна вымярэння яе адразу пабудовай аднаго паралактычнага звяна.

Складанае паралактычнае звяно прадстаўляе сабой геаметрычную пабудову, у якой даўжыня вымяраемай лініі вызначаецца праз дапаможны базіс, які атрымліваюць з пабудовы аднаго або некалькіх простых паралактычных звенняў (рыс. 4.3).



Рыс. 4.3. Складанае паралактычнае звяно. Дапаможны базіс вызначаецца праз:
а) адно простае паралактычнае звяно; б) два простыя паралактычныя звенні

Даўжыню лініі AB вызначаюць па формулах:

$$а)\ d = b/2 \times \mathrm{ctg}(\beta/2) \times \sin(\varphi + \gamma)/\sin\varphi$$

пры "b" = 2 м, $d \leq 200$ м;

$$б)\ d = b/2 \times [\mathrm{ctg}(\beta_2/2) + \mathrm{ctg}(\beta_3/2)] \times \sin(\varphi + \gamma)/\sin\varphi,$$

пры $\gamma = 90°$

$$d = b/2 \times [\mathrm{ctg}(\beta_1/2) + \mathrm{ctg}(\beta_2/2)] \times \mathrm{ctg}\varphi.$$

Сярэднюю квадратычную адносную хібнасць вылічаюць па формулах

$$а)\ (m_d / d)^2 = m_\beta^{\ 2} / \rho^2 \times (d_1^{\ 2} / b^2 + d^2 / d_1^{\ 2});$$

$$б)\ (m_d / d)^2 = [d_1 \times m_\beta / (\sqrt{8} \times b \times \rho)]^2 + [d \times m_\varphi / d_1 \times \rho)]^2,$$

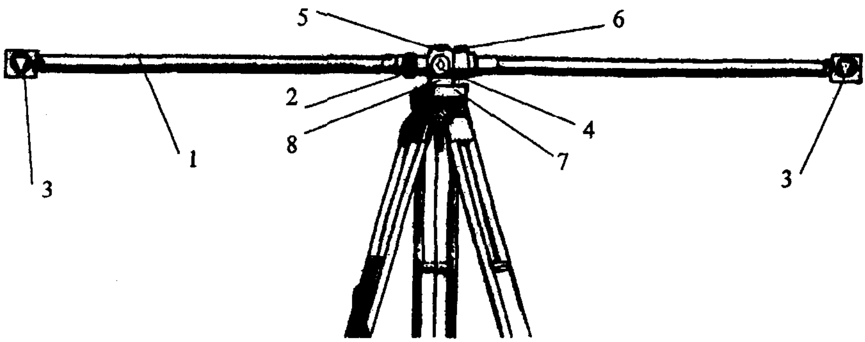
дзе $$d_1 = d_2 + d_3.$$

Найбольш выгадная даўжыня дапаможнага базіса вылічаецца па формулах

а) $d_1 = \sqrt{b \times d}$; б) $d_1 = \sqrt{b \times d \times \sqrt{8}}.$

Рэйка *Bala*

Базісная рэйка Bala (прымяняецца разам з дакладным тэадалітам) служыць кароткім (2 м) базісам пры вымярэннях паралактычнага вугла і прымяняецца для вызначэння адлегласцяў з вялікай дакладнасцю (рыс. 4.4).



Рыс. 4.4. Базісная рэйка *Bala* 2 м

Рэйка прадстаўляе сабой інварныя стрыжні, якія знаходзяцца ў ахоўных трубках 1 (рыс. 4.4). Інварныя стрыжні перад работай стыкуюцца пры дапамозе муфты 2 і маюць на канцах маркі 3 – празрыстыя (матавыя) трохвугольнікі з вертыкальнымі штрыхамі; на сярэдзіне рэйкі марка мае форму ромба 4. Базісам з'яўляецца адлегласць паміж візірнымі маркамі на канцах інварнага стрыжня. Для ўстаноўкі базіснай рэйкі ў гарызантальнае становішча на рэйцы ёсць круглая грунтвага 5, а ў перпендыкулярнае становішча адносна вымяраемай лініі – аптычны візір 6. У падстаўку 7 базісная рэйка ўстаўляецца пры дапамозе цапфы 8.

Сярэдняя хібнасць адлегласці паміж меткамі двухмятровага базіса $m_b = 0{,}05$ мм. Цана дзялення грунтвагі – 8′.

Вымярэнні паралактычных вуглоў неабходна рабіць з вялікай дакладнасцю ($m_\beta \leq 1''$) або тэадалітамі, прыборная дакладнасць якіх 2″. Павелічэнне дакладнасці ў два разы дасягаецца павелічэннем колькасці прыёмаў і памяншэннем хібнасцяў візіравання і адліку.

Паралактычныя вуглы вымяраюць чатырма паўпрыёмамі пры становішчы ВК злева (вярчэнне па ходу гадзіннікавай стрэлкі (ХГС)) і чатырма паўпрыёмамі пры становішчы ВК справа (вярчэнне супраць ХГС). Па аптычнаму мікрометру адлікі a_1 і a_2 браць пры двух сумяшчэннях супрацьлеглых штрыхоў лімба, прычым $|a_1 - a_2| \leq 2''$, а паміж паўпрыёмамі розніца павінна быць не болей за 4".

Хібнасць візіравання залежыць ад памераў цэлі і яе бачнасці ў бісектары трубы тэадаліта. Таму цэль на марках жэзла павінна быць строга сіметрычнай і паралельнай сетцы ніцяў.

Хібнасць адліку можна паменшыць, калі пры сумяшчэнні штрыхоў апошні рух барабана мікрометра рабіць па напрамку гадзіннікавай стрэлкі (укручванне).

Адлікі запісваюцца ў журнал (табл. 4.1).

Т а б л і ц а 4.1

Журнал вымярэння паралактычных вуглоў

Пункт
Тэадаліт 2Т2-№18936-83
Дата ______________ Надвор'е: яснае, без ветра
Назіраў ______________ Бачнасць: добрая
Вылічыў ______________ Адлюстраванне: спакойнае

Прыём	Пасляд. адлікаў	Круг	А д л і к і								$\beta = -П - Л$	$\beta_{сяр.}$ / $\beta_{сяр.}/2$	$d = ctg(\beta/2)$
			Левая марка (Л)				Правая марка (П)						
			°	′	a_1'' a_2''	$\frac{a_1+a_2}{2}$	°	′	a_1'' a_2''	$\frac{a_1+a_2}{2}$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I	1	КЛ	а 0	00	45 47	46	б 15	49	15 10	12,5	15°48'26,5	15°48'30,5	7,2027
	8	КП	б 180	00	39 41	40	а 195	49	14 15	14,5	15°48'34,5	7°54'15,2	
II	2	КЛ	а 0	00	49 48	48,5	б 15	49	19 19	19	15°48'30,5	15°48'32,2	7,2025
	7	КП	б 180	00	45 43	44	а 195	49	16 20	18	15°48'34,0	7°54'16,1	

Заканчэнне табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
III	3	КЛ	а 0	00	47 52	49,5	б 15	49	10 11	10,5	15°48'21,0	15°48'36,0	7,2020
	6	КП	б 180	00	40 41	40,5	а 195	49	31 32	31,5	15°48'51,0	7°54'18,0	
IV	4	КЛ	а 0	00	40 41	40,5	б 15	49	15 15	15	15°48'34,5	15°48'35,0	7,2022
	5	КП	б 180	00	37 43	40	а 195	49	15 16	15,5	15°48'35,5	7°54'17,2	

$d_{сяр.} = 7,2023$

СКХ вымярэння адлегласцяў вылічыць па формуле Беселя

$$m_d = \sqrt{\frac{\sum \vartheta^2}{n-1}}, \qquad m_d = 0,0003 = 0,3 \text{ мм},$$

дзе $\vartheta_i = d_i - d_{сяр}$.

Парадак выканання задання

1. Азнаёміцца з асноўнымі звесткамі задання і запісаць асноўныя палажэнні.

2. Азнаёміцца з запісамі ў журнале вымярэння паралактычных вуглоў (гл. табл. 4.1).

3. Устанавіць прыбор і паралактычную рэйку *Bala* ў рабочае становішча.

4. Пры кругу лева (КЛ) навесці глядзельную трубу на левую марку рэйкі *Bala*. Навядзенне выконваць толькі па ХГС.

5. Пры дапамозе барабана мікрометра і махавічка для перастаноўкі лімба ГК устанавіць адлік $a \approx 0°00'30''$. Канчатковае сумяшчэнне штрыхоў выканаць барабанам мікрометра.

6. Узяць адлікі градусаў, мінут і секунд a_1 і запісаць у першы радок **а**, пасля чаго барабанам мікрометра адлік збіваюць і штрыхі сумяшчаюць другі раз і бяруць адлік секунд a_2.

7. Навесці візірную вось на правую марку і выканаць адпаведныя адлікі. На гэтым паўпрыём закончаны. Усяго зрабіць чатыры паўпрыёмы і вярчэнне па ХГС.

8. Глядзельную трубу перавесці праз зеніт і пры кругу права (КП) паварочваць супраць ХГС, навесці яе на правую марку і зрабіць адлікі a_1, a_2, якія запісаць у радок **б**.

9. Павярнуць трубу тэадаліта супраць ХГС і навесці на левую марку, зняць адлікі. У такой паслядоўнасці выканаць вымярэнні ў чатырох паўпрыёмах.

10. Апрацаваць журнал, вылічыць: даўжыню лініі; фактычную СКХ па формуле Бесселя; адносную хібнасць; разліковую хібнасць па формуле (4.1).

Лабараторная работа № 5

ВЫЗНАЧЭННЕ АДЛЕГЛАСЦЯЎ ДАЛЬНАМЕРАМ ПАДВОЙНАГА АДЛЮСТРАВАННЯ

Неабходныя прыборы і прылады: тэадаліт 2Т30 (Т30) са штатывам; дыферэнцыйны дальнамер ДД5; дальнамерная рэйка; адвёртка.

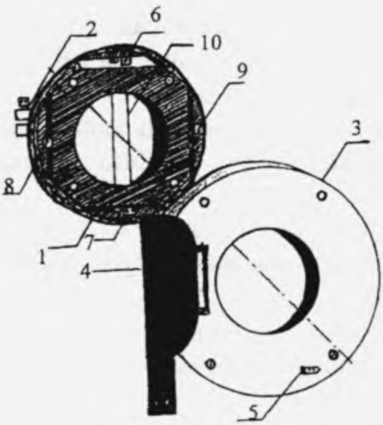
Мэта заняткаў: вывучыць канструкцыю і прынцып работы дыферэнцыйнага дальнамера, авалодаць бескантактавым спосабам вымярэння адлегласцяў ДД5.

Асноўныя звесткі

Дыферэнцыйны дальнамер ДД5 з'яўляецца дальнамерам падвойнага адлюстравання з нязменлівым паралактычным вуглом, які ўтвараецца з дапамогай лінзавага кампенсатара. Ён выконвае ролю аптычнага мікрометра. Дальнамер прызначаны для вымярэння адлегласцяў ад 40 да 200 м з адносна́й СКХ 1:1200 (пры прымяненні вертыкальнай рэйкі).

Канструкцыя дыферэнцыйнага дальнамера ДД5

Дальнамер складаецца з насадкі і дзвюх дальнамерных рэек.



Рыс. 5.1. Дальнамерная насадка

Корпус 1 (рыс.5.1) звінчаны з разразной утулкай, якая прызначана для замацавання насадкі на аб'ектыўнай частцы глядзельнай трубы тэадаліта пры дапамозе замацавальнага вінта 2. На каўпачку 3 насадкі прымацавана шторка 4 для закрыцця паловы светлавога дыяметра (∅ 38 мм) насадкі. Спружына 5 фіксуе палажэнне шторкі.

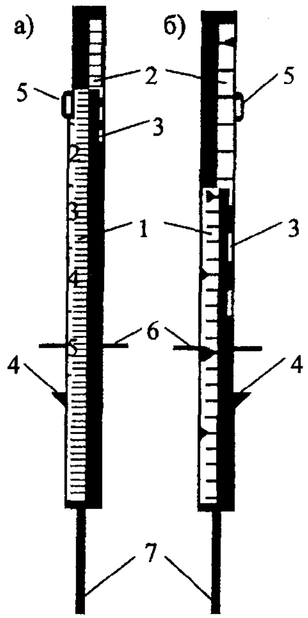
У корпусе ўстаноўлены лінзавы кампенсатар. Ён стварае нязменлівы паралактычны вугал за кошт сіметрычнага адхілення промняў, якія праходзяць праз левую і правую паловы кампенсатара. Каэфіцыент дальнамера $k = 200$, яму адпавядае паралактычны вугал 17′11,3″.

Вертыкальныя юсціровачныя вінты 6 і 7 дальнамера знаходзяцца на корпусе. Пры закручванні верхняга вінта 6 і вызваленні ніжняга 7 каэфіцыент дальнамера памяншаецца, а калі вінты круціць наадварот – павялічваецца. Гарызантальна размешчаныя юсціровачныя вінты 8 і 9 прызначаны для сумяшчэння лініі асновы ноніуса і шкалы рэйкі ў гарызантальнай плоскасці.

Пры рабоце з вертыкальнай рэйкай лінія разрэза 10 кампенсатара ўстанаўліваецца вертыкальна, а з гарызантальнай – гарызантальна.

Рэйка

Рэйка выраблена з дрэва, шкалы – з інвара (сплаву сталі і нікелю). На адным баку нанесена двухсантыметровая (рыс. 5.2, а), на другім – пяцісантыметровая (рыс. 5.2, б) шкалы, якія маюць адпаведныя надпісы "1 ... 5" і "1 ... 2".



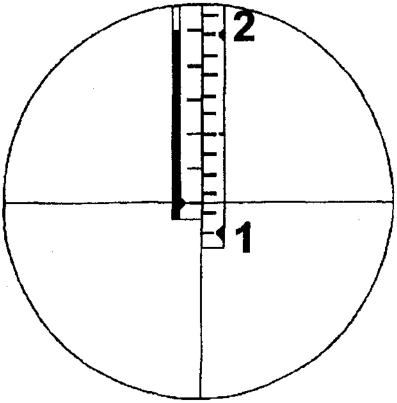
Рыс. 5.2. Дальнамерная рэйка:
а) двухсантыметровая; б) пяцісантыметровая шкала:
1 – шкалы; 2 – ноніусы; 3 – дадатковыя дзяленні ноніусаў; 4 – штыр для адвеса; 5 – кручок; 6 – ручкі рэйкі; 7 – штыр для ўстаноўкі рэйкі

Устаноўка насадкі на трубе тэадаліта

Зрушэнне сеткі ніцяў выклікае змяненне каэфіцыента дальнамера. Таму перад устаноўкай насадкі на трубу тэадаліта выконваюць паверкі калімацыйнай хібнасці і сеткі ніцяў. З надзетай

насадкай вызначаюць і выпраўляюць месца нуля ВК, паколькі насадка мяняе *МО* на 8,5′. Вызначаюць і выпраўляюць каэфіцыент дальнамера. Пасля зноў (пры закрытай шторцы) знаходзяць *МО*.

Парадак установкі насадкі



Рыс. 5.3. Адлюстраванне сумяшчэння штрыхоў ноніуса і рэйкі пры развароце насадкі вакол восі глядзельнай трубы

1. Устанавіць рэйку ад прыбора на адлегласці 70-90 м.

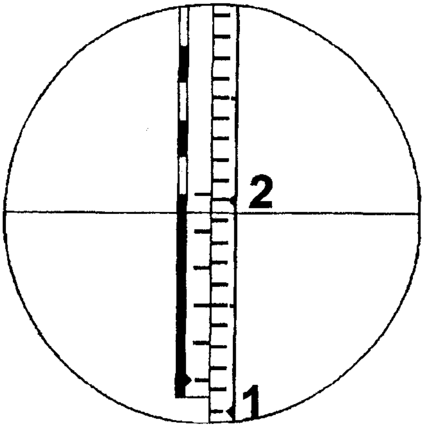
2. Надзець насадку пры тым палажэнні ВК, пры якім вызначаюць адлегласці. Пры гэтым замацавальны вінт павінен застацца справа.

3. Навесці трубу на рэйку і развярнуць насадку вакол восі глядзельнай трубы так, каб адно адлюстраванне рэйкі накладалася на другое, пры гэтым канцы штрыхоў ноніуса і рэйкі павінны быць сумешчаны, як паказана на рыс. 5.3, і замацаваць вінт.

Вызначэнне адлегласцяў

1. Гарызантальную ніць сеткі навесці бліжэй да нулявога штрыха ноніуса (гл. рыс. 5.3), які абазначаны трохвугольнікам.

2. Навадным вінтом ВК гарызантальную ніць перамясціць уверх па шкале ноніуса (адлюстраванне ноніуса таксама будзе паволі перамяшчацца), пакуль які-небудзь яго штрых не сумясціцца са штрыхом рэйки (рыс. 5.4). ***Пры гэтым*** сярэдняя ніць сеткі не павінна выйсці за межы шкалы ноніуса.



Рыс. 5.4. Адлюстраванне штрыхоў ноніуса і рэйкі ў момант адліку

3. Выканаць адлік па рэйцы, для чаго:

а) узяць адлік цэлай колькасці дзяленняў рэйкі (дзесяткі падпісаныя), якія размешчаны ніжэй ноніуса. Прыклад: адлік 11 (гл. рыс. 5.4);

б) адлік дзесятых доляў дзяленняў рэйкі бяруць па ноніусу да штрыха, які сумясціўся з дзяленнямі рэйкі. Напрыклад: адлік 11,2;

в) сотыя долі дзялення рэйкі адлічваюць ад нулявога штрыха ноніуса да сярэдняй гарызантальнай ніці сеткі, а тысячныя долі бяруць на вока. Напрыклад: адлік 11,245.

Методыка вызначэння і запісу адлікаў

1. *Па двухсантыметровай шкале рэйкі:*

а) узяць адлік, для чаго падвесці гарызантальную ніць сеткі знізу. Адлік па рэйцы: 11; па ноніусу і шашкам рэйкі: 245. Запіс 11,245;

б) падвесці гарызантальную ніць зверху і ўзяць адлік па ноніусу і шашкам рэйкі, напрыклад 248.

Запіс $\dfrac{11,^{245}_{248}}{11,493}$.

Адлікі па ноніусу і шашкам складаюцца, і агульны лік 11,493 памнажаецца на 4. Вызначаемая адлегласць $l = 11{,}493 \times 4 = 49{,}972$ м.

2. *Па пяцісантыметровай шкале рэйкі:*

а) узяць адлік, для чаго падвесці гарызантальную ніць сеткі знізу. Калі на рыс.5.4 уявіць пяцісантыметровую шкалу рэйкі, то адлік па рэйцы – 11, па ноніусу і шашкам 245. Запіс $11^{2,45}$;

б) падвесці гарызантальную ніць зверху і ўзяць адлік па ноніусу і шашкам. Такі адлік будзе 248, яго трэба запісаць разам з першым адлікам:

Запіс $\dfrac{11^{2,45}_{2,48}}{114{,}93}$. Вызначаемая адлегласць 114,93 м.

Разыходжанне паміж двума адлікамі па адным баку рэйкі не павінна перавышаць 1/400 ад велічыні адліку *m*. У нашым прыкладзе $\Delta m = 11248 - 11245 = 3;\ 3/11246 = 1/1250 < 1/400$.

Лабараторная работа № 6

ПАВЕРКІ І ЮСЦІРОЎКІ НІВЕЛІРА

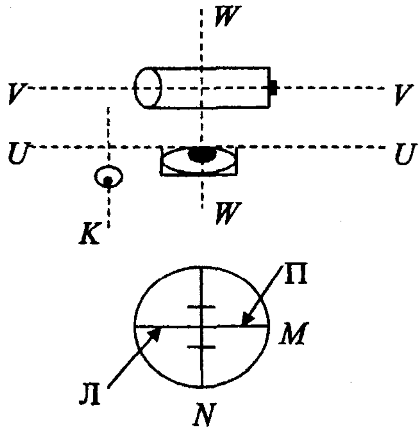
Неабходныя прыборы і прылады: нівелір Н-3 (НВ-1) са штатывам; нівелірная рэйка; юсціровачная шпілька; адвёртка.

Мэта заняткаў – засвоіць методыку выканання палявых паверак і юсціровак нівеліраў і выканаць іх.

Асноўныя звесткі

Перад паверкай зрабіць знешні агляд нівеліра, плаўнасць ходу падымальных вінтоў, вярчэння прыбора вакол восі, работу замацавальнага, наваднога, факусіравальнага і элевацыйнага вінтоў, сеткі ніцяў, юсціровачных вінтоў круглай і цыліндрычнай грунтвагі. У штатыве ліквідаваць люфты.

Паверкі і юсціроўкі нівеліра з цыліндрычнай грунтвагай



Рыс. 6.1. Схема размяшчэння восей нівеліра.
Асноўныя восі нівеліра:
W – вось вярчэння нівеліра; U – вось цыліндрычнай грунтвагі;
V – візірная вось глядзельнай трубы; K – вось круглай грунтвагі;
N – вертыкальная ніць сеткі

1. $U \perp W$. *Вось цыліндрычнай грунтвагі павінна быць перпендыкулярна восі вярчэння прыбора.*

Устанавіць цыліндрычную грунтвагу паралельна двум падымальным вінтам і прывесці пузырок у нуль-пункт. Затым павярнуць глядзельную трубу нівеліра на 180°. Калі пузырок зрушыўся больш чым на адно дзяленне, выконваюць ***юсціроўку***. Для гэтага пузырок грунтвагі вяртаюць на сярэдзіну ампулы на палову дугі адхілення, дзейнічая двума падымальнымі вінтамі падстаўкі. На другую палову пузырок вяртаюць элевацыйным вінтом.

2. $K \parallel W$. *Вось круглай грунтвагі павінна быць паралельная восі вярчэння нівеліра.*

Калі пузырок цыліндрычнай грунтвагі пры кручэнні глядзельнай трубы застаецца на сярэдзіне, то вось вярчэння W – вертыкальная. Пры адхіленні пузырка круглай грунтвагі на адно дзяленне робяць яе **юсціроўку**. Для гэтага адпускаюць замацавальны вінт круглай грунтвагі

і трыма юсціровачнымі вінтамі выводзяць пузырок на сярэдзіну. Пры знаходжанні абодвух пузыркоў на сярэдзіне ампул *K* ‖ *W*.

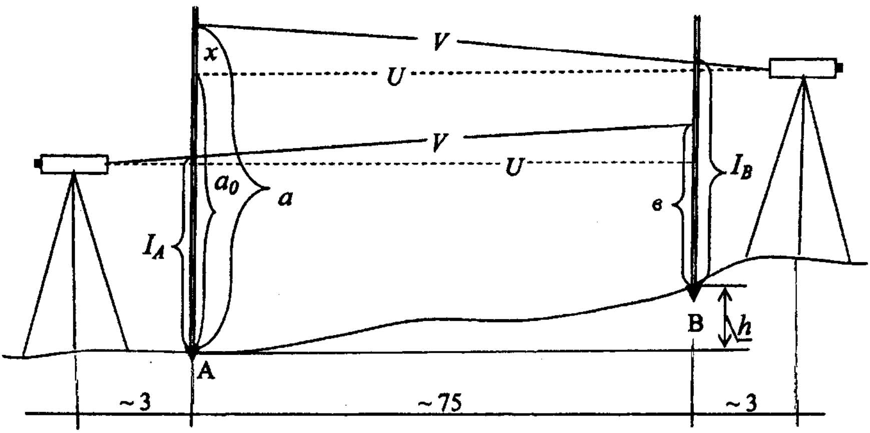
3. ***N* ‖ *W*. *Вертыкальная ніць сеткі павінна быць паралельная восі вярчэння нівеліра.***

Узяць адлікі па рэйцы па левым і правым баках гарызантальнай ніці сеткі. Адлікі павінны супадаць з дакладнасцю 1 (аднаго) міліметра. Пры большым несупадзенні (разыходжанні) адлікаў юсціроўка дасягаецца паваротам сеткі ніцяў пры дапамозе вінтоў, якія знаходзяцца з боку акуляра пад каўпачком.

4. ***U* ‖ *V*. *Вось цыліндрычнай грунтвагі павінна быць паралельная візірнай восі (галоўная ўмова).***

Паверка выконваецца нівеліраваннем з двух станцый замацаваных пунктаў А і В, адлегласць паміж якімі каля 75 м (рыс. 6.2). Спачатку нівелір трэба устанавіць паблізу (2,5 ... 3,0 м) пункта А і ўзяць адлікі па рэйцы *в* і I_A. Затым устанавіць нівелір паблізу пункта В і зноў узяць два адлікі: *а* і I_B. Вылічыць хібнасць *x*, якая ўзнікае з прычыны непаралельнасці восей:

$$x = (a + b)/2 - (I_A + I_B)/2.$$

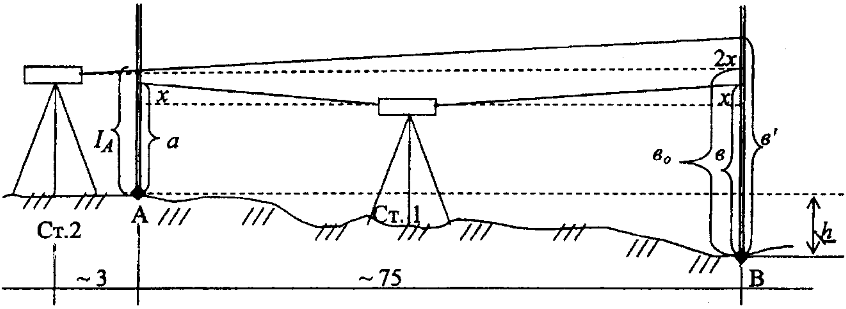


Рыс. 6.2. Паверка галоўнай умовы нівеліраваннем спосабам “наперад”

Калі $|x| > 4$ мм, зрабіць **юсціроўку**, для чаго вылічыць велічыню $a_0 = a - x$, устанавіць яе элевацыйным вінтом на рэйцы, якая стаіць на пункце А. Пузырок цыліндрычнай грунтвагі сыйдзе з нуль-пункта. Вертыкальнымі юсціровачнымі вінтамі грунтвагі пры адпушчаных гарызантальных пузырок вярнуць на сярэдзіну ампулы (у нуль-пункт). Паверку паўтарыць.

Другі спосаб паверкі галоўнай умовы адлюстраваны на рыс. 6.3.

$$h = (a - x) - (в - x) = a - в = h; \qquad в_0 = I_A + h; \qquad 2x = в' - в_0.$$



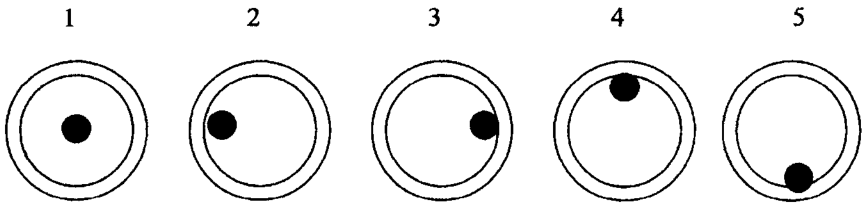
Рыс. 6.3. Паверка галоўнай умовы нівеліра з цыліндрычнай грунтвагай нівеліраваннем спосабам "з сярэдзіны"

Паверкі і юсціроўкі нівеліра з кампенсатарам

Паверку сеткі ніцяў і паверку галоўнай умовы (лінія візіравання павінна быць гарызантальнай) у нівеліра робяць, як і ў нівеліра з цыліндрычнай грунтвагай, а юсціроўку галоўнай умовы выконваюць вертыкальнымі вінтамі сеткі ніцяў.

Дадаткова выконваюць паверку кампенсатара. Візірная вось павінна быць гарызантальнай у дыяпазоне работы кампенсатара.

Прывесці нівелір у рабочае становішча – пузырок круглай грунтвагі вывесці ў нуль-пункт, рэйку ўстанавіць нерухома на адлегласці каля 75 м і ўзяць адлікі па рэйцы пры пяці становішчах пузырка грунтвагі (рыс. 6.4), якія задаваць падымальнымі вінтамі. Кожны з адлікаў па рэйцы пры становішчах грунтвагі (2-5) не павінен адрознівацца ад адліка зыходнага (становішча 1) больш 2 мм.



Рыс. 6.4. Становішчы пузырка грунтвагі пры ўстанаўленні хібнасці недакампенсацыі

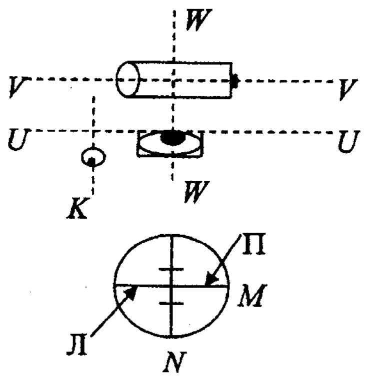
У процілеглым выпадку юсціроўку выконваюць у майстэрні.

Парадак выканання задання

1. Азнаёміцца з апісаннем паверак.
2. Устанавіць нівелір з цыліндрычнай грунтвагай у рабочае становішча і выканаць паверкі і юсціроўкі 1, 2, 3, 4 з запісам у "Журнал асноўных паверак нівеліра" (табл. 6.1).
3. Паверку 4 выканаць нівеліраваннем з 2 станцый.

Т а б л і ц а 6.1

Журнал асноўных паверак нівеліра



Марка________№________________

"______"________________2005 г.

№ паверкі	Геаметрычныя ўмовы	Адлікі да юсціроўкі пасля	Формулы і вынікі вылічэння	Юсціроўка
1	$U \perp W$	Адлікі дзяленняў грунтвагі або адваротаў элевацыйнага вінта 3 / 0	3 / 2 = 1,5 ад.	Грунтвагу вывесці на нуль-пункт. Павярнуць трубу на 180°. Адхіленне выправіць на 0,5 падымальнымі вінтамі і на астатняе 0,5 – элевацыйным
2	$K \parallel W$			Адпусціць замацавальны вінт і юсціровачнымі вінтамі круглай грунвагі пузырок прывесці ў нуль-пункт
3	$N \parallel W$	Л 1572 П 1573		Выправіць паваротам сеткі ніцяў пры дапамозе юсціровачнага вінта
4	$U \parallel V$	$в$ = 1284 I_A = 1605 a = 1831 I_B = 1524 D = 74,2 м $в$ = 1187 I_A = 1586 a = 1902 I_B = 1501 x = +2 мм	$x=[(a+в)-(I_A+I_B)]/2$ x = -7 $x \leq 4$ мм, калі $D \approx 75$ м. Пры $x > 4$ мм $a_o = a - x = 1531$	Устанавіць элевацыйным вінтом адлік па рэйцы a_o. Вярнуць грунтвагу на сярэдзіну вертыкальнымі юсціровачнымі вінтамі пры адпушчаных гарызантальных. Паверку паўтарыць, вінты зашрубаваць

Лабараторная работа №7

ПАСЛЯДОЎНАЕ НІВЕЛІРАВАННЕ

Неабходныя прыборы і прылады: нівелір Н-3 (НВ-1) са штатывам; нівелірная рэйка.

Мэта заняткаў – засвоіць методыку палявых вымярэнняў, запісу і вылічальнай апрацоўкі сувязных і прамежкавых пунктаў пры паслядоўным тэхнічным нівеліраванні.

Асноўныя звесткі

Паслядоўнае тэхнічнае нівеліраванне (нівелірны ход) прымяняецца для вызначэння вышынь пунктаў здымачнага абгрунтавання пры тапаграфічных здымках, вышуканнях і будаўніцтве інжынерных

збудаванняў. Ніведіраванне выконваецца тэхнічнымі нівелірамі па двух баках рэйкі на сувязных пунктах. Пры гэтым пляча (адлегласць ад нівеліра да рэйкі) павінна не перавышаць 150 м, рознасць плеч – не перавышаць 10 м, дапушчальная невязка хода вылічаецца па формуле

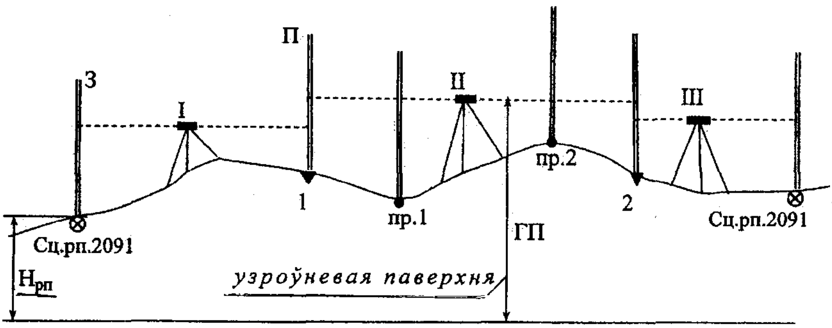
$$fh_{\text{дап.}} = 30\sqrt{L}\text{, мм,}$$

дзе L – даўжыня нівелірнага хода, км.

Або $fh_{\text{дап.}} = 10\sqrt{n}$, мм, калі на 1 км хода колькасць станцый $n > 25$.

Устаноўка прыбора і методыка нівеліравання

Аперацыя ўстаноўкі прыбора ў рабочае становішча складаецца з размяшчэння яго на прыкладна аднолькавых адлегласцях ад нівеліруемых сувязных пунктаў (рыс. 7.1) і прывядзення падымальнымі вінтамі пузырка круглай грунтвагі на сярэдзіну. Затым трэба навесці сярэднюю ніць сеткі на заднюю рэйку, сумясціць элевацыйным вінтом адлюстраванне канцоў пузырка цыліндрычнай грунтвагі і зрабіць адлікі па чорным $З'$ і чырвоным $З''$ баках рэйкі, пасля чаго такія ж адлікі, $П'$ і $П''$, зрабіць па рэйцы на пярэднім сувязным пункце; перад гэтым сумясціць бачныя канцы кантактнай грунтвагі.



Рыс. 7.1. Схема паслядоўнага нівеліравання

Парадак запісу адлікаў і вылічэнне перавышэнняў прыведзены ў журнале нівеліравання (табл. 7.1).

Т а б л і ц а 7.1

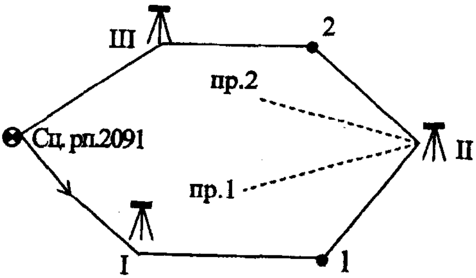


Схема хода

Нівелір____№__________

“_____” ____________2005 г.

ЖУРНАЛ
тэхнічнага нівеліравання

№ стан-цыі	№ пун-кта	Адлікі па рэйках: зад-няй	пярэд-няй	прамеж-кавай	Перавышэнні, мм: вылічаныя $h' = З'-П'$, $h'' = З''-П''$		сярэднія h, мм		Гары-зонт пры-бора ГП	Адзнакі H, м
		З	П	b	+	-	+	-		
I	Сц.рп. 2091	1288(1)								**217,737**
		6071(2)			61 (5)		+1			
	1		1227(3)		60 (6)		60 (7)			
			6011(4)							217,798
II	1	1339							213,137	217,798
		6122								
	Пр.1			1547						217,590
	Пр.2			1138						217,999
	2		1140		199		+2			217,998
			5925		197		198			
III	2	1118								217,998
		5900								
	Сц.рп. 2091		1379			261		+1		**217,737**
			6162			262		262		
Пастаронкавы кантроль		21838	21844		517	523	258	262		
		- 6				6				
		- 3				3		4		**- 4**

$$\frac{\sum З - \sum П}{2} = \sum h_{\text{сяр.}}; \quad f_h = \sum h_{\text{сяр.}} = -4;$$

$$f_{h\text{дап.}} = \pm 10\sqrt{n} = \pm 10\sqrt{3} = 17 \text{ мм.}$$

Выканаць кантроль рознасці шкал па чырвоным і чорным баках рэйкі:

$$\left|(З'' - З') - (П'' - П')\right| = |h' - h''| \le 5 \text{ мм.}$$

Пераходзіць на другую станцыю можна толькі пасля выканання кантролю.

Калі вынік кантролю адмоўны, назіранні паўтараюць і запіс вядуць на новых радках журнала. Памылковы запіс перакрэсліваюць.

Пры дадатным кантролі вылічаюць сярэдняе перавышэнне з акругленнем да цотнага значэння і пераходзяць на станцыю II, прычым пярэдняя рэйка першай станцыі становіцца задняй, а задні рэечнік пераходзіць на пункт 2. Праграма назіранняў паўтараецца, прычым пасля задняй рэйкі ніверліруюць прамежкавыя пункты, а адлікі на іх бяруць толькі па чорнаму баку рэйкі.

Вышыні сувязных пунктаў пасля вылічэння невязкі і размеркавання паправак вылічыць *праз перавышэнні*, а прамежкавых – праз *гарызонт прыбора.*

Парадак выканання задання

1. Пракласці нівелірны ход з трох станцый з занісам адлікаў у журнале нівеліравання.
2. Пранівеліраваць 2 прамежкавыя пункты.
3. Вышыню рэпера выпісаць з каталога.
4. Саставіць схему хода.
5. Выканаць вылічальную апрацоўку журнала нівеліравання.

Лабараторная работа №8

ВЫСОКАДАКЛАДНАЕ НІВЕЛІРАВАННЕ

Неабходныя прыборы і прылады: нівеліры Н-05, Н-1, НА-1, *Ni*007, штрыхавыя рэйкі з інварнай стужкай.

Мэта заняткаў – азнаямленне з высокадакладнымі нівелірамі і рэйкамі з інварнай стужкай, методыкай работы і запаўненнем журнала нівеліравання.

Асноўныя звесткі

Высокадакладнае нівеліраванне належыць да I і II класа дакладнасці. Яго метады прымяняюцца для рашэння геадэзічных задач пры вывучэнні дэфармацый аб'ектаў транспартных камунікацый, інжынерных збудаванняў, зямной кары на дынамічных палігонах, пры мантажу абсталявання і інш.

Другі клас нівеліравання выконваецца з дакладнасцю вызначэння перавышэння на станцыі не болей – 0,3 мм, даўжыня візірнага промня – не болей 65 м, рознасць плеч не павінна перавышаць 1 м. Рознасць паміж перавышэннямі па асноўнай і дапаўняльнай шкалах павінна быць не болей за 0,7 мм. Дапушчальная невязка ў перавышэннях прамога і зваротнага ходаў вылічаецца па формуле

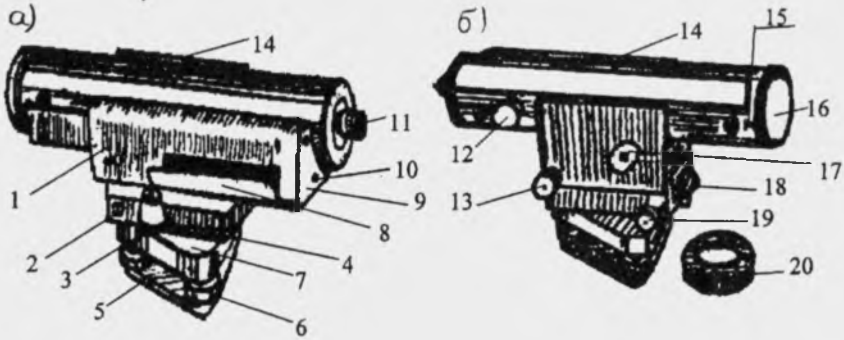
$$f_h = 5\sqrt{L}\text{, мм,}$$

дзе L – даўжыня нівелірнага хода ў кіламетрах.

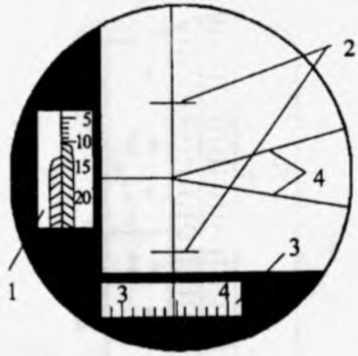
Нівелір Н-05

Прыбор адносіцца да высокадакладных нівеліраў з цыліндрычнай кантактнай грунтвагай, якая ўстанаўліваецца элевацыйным вінтом. Аптычны мікрометр з плоскапаралельнай пласцінай, якая размешчана ў аб'ектыўнай частцы ўнутры глядзельнай трубы, дазваляе зрабіць адлік па рэйцы з інварнай стужкай з дакладнасцю цаны дзялення барабана 0,05 мм (рыс. 8.1). Такая дакладнасць дасягаецца вымярэннем часткі дзялення інварнай стужкі, якая знаходзіцца паміж праекцыяй сярэдняй гарызантальнай ніці сеткі і

бліжэйшым малодшым штрыхом стужкі рэйкі. Гэта частка дзялення рэйкі выяўляецца адпаведным лікам дзяленняў барабана аптычнага мікрометра. Пры поўным абароце барабана візірны промень зрушыцца на велічыню адлегласці паміж двума суседнімі штрыхамі інварнай стужкі рэйкі, роўнымі 5 мм. Барабан змяшчае 100 дзяленняў, таму цана дзялення роўная 5/100 мм. Адлюстраванне канцоў пузырка кантактнай цыліндрычнай грунтвагі 1 і шкалы аптычнага мікрометра 3 (рыс. 8.2) перададзена ў поле зроку глядзельнай трубы з унутранай факусіроўкай і зваротным адлюстраваннем прадметаў. Вугал "i", які ляжыць у вертыкальнай плоскасці паміж воссю цыліндрычнай грунтвагі і візірнай воссю, выпраўляюць вярчэннем аптычнага кліна ў межах 40".



Рыс. 8.1. Нівелір Н-05. Выгляд: а) злева; б) справа;
1 – цыліндрычная грунтвага; 2 – круглая грунтвага; 3 – юсціровачныя вінты круглай грунтвагі; 4 – укладыш; 5 – пласціна-спружына; 6 – падымальныя вінты; 7 – падстаўка; 8 – люстэрка падсвечвання грунтвагі; 9 – вечка грунтвагі; 10 – вінт вечкі; 11 – акуляр; 12 – галоўка крэмальеры для факусіроўкі; 13 – элевацыйны вінт; 14 – візір; 15 – замацавальны вінт аптычнага кліна; 16 – аб'ектыў; 17 – галоўка (барабан) аптычнага мікрометра; 18 – замацавальны рычаг; 19 – галоўка наваднога вінта; 20 – насадка



Рыс. 8.2. Поле зроку глядзельнай трубы:
1 – адлюстраванне цыліндрычнай грунтвагі; 2 – дальнамерныя ніці;
3 – шкала аптычнага мікрометра; 4 – бісектар сеткі ніцяў

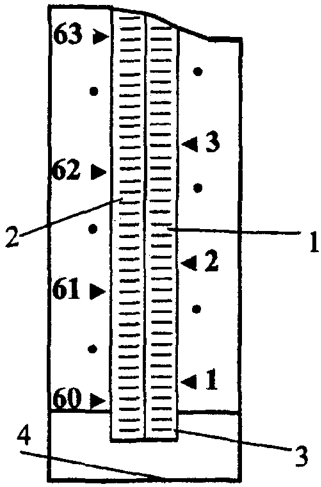
Корпус глядзельнай трубы мае тэрмаізаляцыйную засцярогу супраць нераўнамернага нагрэву. Для фіксацыі і дакладнага навядзення глядзельнай трубы на рэйку служаць заціскны рычаг 18 і навадны вінт 19 (гл. рыс. 8.1). Мінімальная адлегласць візіравання – 2 м, а са спецыяльнай насадкай 1 м; павелічэнне глядзельнай трубы – 42 краты.

Хібнасць вымярэння перавышэнняў на 1 км падвойнага нівелірнага ходу не перавышае 0,5 мм, а на станцыі пры даўжыні візірнага промня да 50 м – 0,2 мм.

У камплект нівеліра ўваходзяць дзве рэйкі тыпа РН-05 і штатыў НШ-160.

Рэйка РН-05

Для высокадакладнага нівеліравання прымяняюць аднабаковыя штрыхавыя прэцызійныя рэйкі з інварнай стужкай (рыс. 8.3). На пярэднім баку рэйкі ўманціравана інварная стужка, якая мае вельмі малы каэфіцыент лінейнага пашырэння. Ніжні канец гэтай стужкі закрэплены наглуха, а верхні злучаны з спружынай, якая надае стужцы нязменлівае нацяжэнне сілаю 20 кг. На стужцы нанесены дзве шкалы з цаной дзялення 5 мм. Шкалы зрушаны паміж сабой на 2,5 мм. Таўшчыня штрыхоў складае 1,6 мм, а сярэдняя хібнасць іх нанясення на 1 м даўжыні – 0,01 мм.



Рыс 8.3. Прэцызійная нівілірная рэйка з інварнай стужкай:
1 – асноўная шкала; 2 – дапаўнальная шкала; 3 – інварная стужка;
4 – пятка рэйкі

На адной шкале (асноўнай) паўдэцыметровыя дзяленні падпісаны ад 0 да 60, а на другой, дапаўняльнай, – ад 60 да 119. Для ўстаноўкі ў вертыкальнае становішча рэйка забяспечана круглай грунтвагай і прыстасаваннем для адвеса.

У рэйкі РН-05 павяраецца:

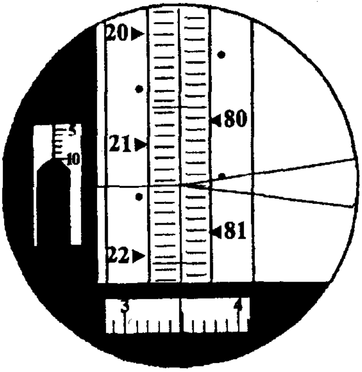
1. Нацяжэнне інварнай стужкі;
2. Даўжыня інтэрвалаў паміж паўдэцыметровымі дзяленнямі 10 – 30, 30 – 50 асноўнай шкалы і 70 – 90, 90 – 110 дапаўняльнай шкалы;
3. Перпендыкулярнасць плоскасці пяткі рэйкі да яе восі;
4. Сумяшчэнне плоскасці пяткі рэйкі з нулем асноўнай шкалы.

Методыка нівеліравання

1. Устанавіць прыбор на аднолькавых адлегласцях ад задняга і пярэдняга нівеліруемых пунктаў і падымальнымі вінтамі прывесці пузырок круглай грунтвагі на сярэдзіну.

2. Навесці глядзельную трубу на вертыкальна ўстаноўленую па грунтвазе або па адвесу рэйку на заднім пункце і элевацыйным

вінтом сумясціць у полі зроку трубы адлюстраванне канцоў пузырка кантактнай цыліндрычнай грунтвагі (рыс. 8.4).



Рыс. 8.4. Поле зроку глядзельнай трубы.Адлік 80,635

3. Галоўкай аптычнага мікрометра навесці бісектар сеткі ніцяў на бліжэйшы штрых асноўнай шкалы рэйкі і зрабіць адлік: тры лічбы па рэйцы (Р) і дзве па шкале аптычнага мікрометра (барабану (Б)).

4. Галоўкай наваднога вінта навесці візірную вось (бісектар) на дапаўняльную шкалу рэйкі, затым галоўкай мікрометра, як і ў папярэднім выпадку, навесці бісектар на бліжэйшы штрых рэйкі і зрабіць адлік па рэйцы і па шкале мікрометра. У прыведзеным прыкладзе (гл. рыс. 8.4) адлік складае: па рэйцы – 80,6; па шкале мікрометра – 35.

5. Выканаць кантроль зробленых адлікаў, для чаго ад адлікаў па дапаўняльнай шкале адняць адлікі па асноўнай шкале. У выніку павінны атрымаць лік 59 250 ± 7.

6. Навесці глядзельную трубу на вертыкальна ўстаноўленую рэйку на пярэднім пункце і зрабіць аналагічныя адлікі і вылічэнні.

7. Вылічыць перавышэнне як рознасць адлікаў па дапаўняльнай і асноўнай шкалах.

8. Вынік вылічэння ў дзяленнях шкалы памножыць на цану дзялення мікрометра, пасля чаго атрымаем перавышэнне паміж пунктамі ў міліметрах (табл. 8.1).

Табліца 8.1

Журнал высокадакладнага вымярэння перавышэнняў

Нівелір Н05 № _______
« 1 » снежня 2004 г.

№ пунк-та	Адлікі па бісектару ніцяў				Кантроль
	Асноўная шкала		Дапаўняльная шкала		
	Р	Б	Р	Б	
1	2	3	4	5	6
З	29,0	80	88,3	27	59247
П	28,5	96	87,8	48	59252
З - П	+0,5	-16	0,5	-21	- 5
h, мм		+484		+ 479	+ 481,5×0,05= = + 24,08 мм

Лабараторная работа № 9

СУЧАСНЫЯ СРОДКІ ГЕАДЭЗІЧНЫХ ВЫМЯРЭННЯЎ

Мэта заняткаў – азнаямленне з новымі геадэзічнымі прыборамі і тэхналогіямі, з навігацыйнай сістэмай *GPS*.

Асноўныя звесткі

У сучасны перыяд інтэнсіўна змяняюцца фундаментальныя магчымасці традыцыйных сродкаў геадэзічных вымярэнняў, ствараюцца тэхналогіі іх прымянення. Новыя прыборы ўсё больш аўтаматызаваныя і дазваляюць выконваць як вуглавыя, так і лінейныя вымярэнні з рэгістрацыяй на электронныя носьбіты і магчымасцю сумеснай іх апрацоўкі. Яны могуць утвараць вымяральную сістэму з перадачай інфармацыі на спецыяльныя цэнтры для далейшай камп'ютэрнай апрацоўкі і пераўтварэння яе ў лікавую мадэль мясцовасці, з якой можна надрукаваць карту, план, профілі.

Навігацыйныя спутнікавыя сістэмы *GPS* і ГЛОНАСС дазваляюць атрымаць геацэнтрычныя каардынаты пунктаў на зямной паверхні, на вадзе і ў паветры.

Тэадаліты

У цяперашні час выпрабляюцца і ўжываюцца аптычныя і электронныя тэадаліты.

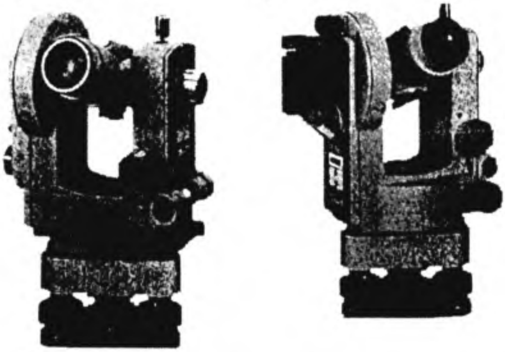
Аптычныя тэадаліты

Да аптычных адносяцца тэадаліты, якія маюць шкляныя вугламерныя кругі і адліковыя прыстасаванні ў выглядзе прызмава-лінзавых мікраскопаў. У залежнасці ад дакладнасці прымяняюць адліковыя прыстасаванні трох тыпаў: аптычны мікрометр, шкалавы або штрыхавы мікраскопы.

Уральскі оптыка-механічны завод (УОМЗ) РФ вырабляе дакладныя – 3Т2КА, 3Т2КП, 3Т5КП і тэхнічныя – 4Т15П, 4Т30П аптычныя тэадаліты.

3Т2КА – тэадаліт са спецыяльным аўтакалімацыйным акулярам для вымярэння вуглоў у асноўным пры мантажу і юсціроўцы высокадакладнага будаўнічага або прамысловага абсталявання; ім можна рабіць дакладныя вуглавыя вымярэнні ў межах малога вугла.

3Т2КП прызначаны для вымярэння вуглоў у трыянгуляцыі і паліганаметрыі 3 і 4 класаў і вуглавых вымярэнняў у інжынернай геадэзіі, а 3Т5КП – для вымярэння вуглоў пры геадэзічных пабудовах 1 і 2-га разрадаў, для інжынерна-геадэзічных вышуканняў і выкарыстоўваецца ў інжынернай геадэзіі.



Рыс. 9.1. Тэхнічныя тэадаліты:
а) 4Т15П; б) 4Т30П

Тэадаліты тэхнічнай дакладнасці 4Т15П і 4Т30П (рыс. 9.1) прызначаны для пабудовы здымачнага абгрунтавання, выканання вышукальных, будаўнічых, маркшэйдэрскіх, лесатэхнічных, меліярацыйных і другіх работ, а таксама для тэадалітных здымак.

Табліца 9.1

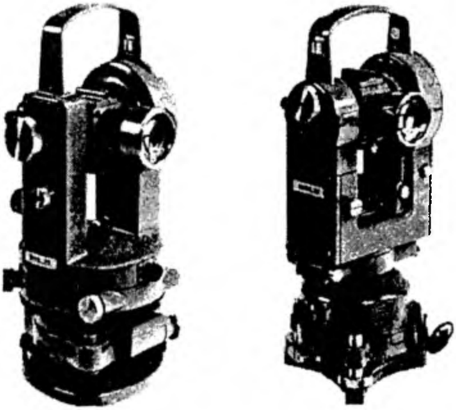
Тэхнічныя характарыстыкі аптычных тэадалітаў (УОМЗ)

№ п/п	Найменне параметраў і характарыстык	Нормы па тыпах				
		Дакладныя			Тэхнічныя	
		3Т2КА	3Т2КП	3Т5КП	4Т15П	4Т30П
1	СКХ вымярэння гарызантальных вуглоў, с	2	2	5	15	20
2	СКХ вымярэння вертыкальных вуглоў, с	2,4	2,4	5	15	30
3	Павелічэнне глядзельнай трубы	30х	30х	30х	20х	20х
4	Дыяпазон работы кампенсатара	4'	4'	5'	-	-
5	Цана дзялення адліковага мікраскопа	1"	1"	1'	1'	5'
6	Дыяметр аб'ектыва, мм	40	40	40	30	30
7	Мінімальная адлегласць візіравання, м	0,9	0,9	0,9	1,2	1,2
8	Вага тэадаліта, кг	4,7	4,7	4,4	2,4	2,3

Аптычныя тэадаліты фірмы *Leica Geosystems* (Швейцарыя) могуць выкарыстоўвацца з дальнамернай насадкай *DISTOMAT*: высокадакладны Т2 і дакладны Т1.

Т2 – высокадакладны тэадаліт, які дазваляе рашыць любую задачу ў геадэзіі. Ён мае суцэльналіты корпус, аптычны цэнтрыр, прымусовае цэнтраванне ў трыножку, кампенсатар вертыкальнага круга (ВК).

Т1 прызначаны для інжынерна-геадэзічных вышуканняў і іншых здымак. Прыбор мае аптычны цэнтрыр і кампенсатар ВК.



Рыс. 9.2. Аптычныя тэадаліты Т1 і Т2

Т а б л і ц а 9.2

Тэхнічныя характарыстыкі аптычных тэадалітаў фірмы *Leica*

№ п/п	Найменне параметраў і характарыстык	Н о р м ы п а т ы п а х	
		Т2	Т1
1	СКХ вымярэння вугла, с	0,8	3
2	Павелічэнне глядзельнай трубы	30x	30x
3	Дыяпазон работы кампенсатара ВК	±5'±0,3"	±2'±1"
4	Мінімальная адлегласць візіравання, м	2,2	1,7
5	Вага тэадаліта, кг	6,0	5,8
6	Вага скрынкі, кг	2,2	2,8

Электронныя тэадаліты

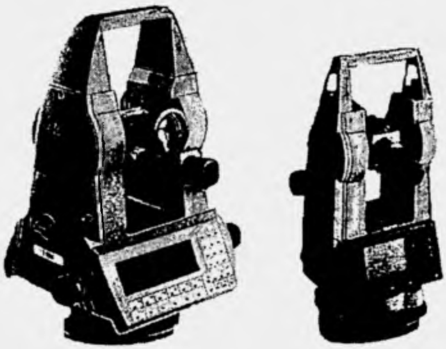
У электронных тэадалітаў на вугламерных кругах замест градусных дзяленняў нанесена штрыхкодавая палоска. Фотаэлектрычная рэгістрацыя вынікаў вымярэння дазваляе выдаваць апаратыўную інфармацыю і змест памяці на дысплей, а ў некаторых тэадалітах – на ўнутраную памяць даных.

Т а б л і ц а 9.3

Тэхнічныя характарыстыкі электронных тэадалітаў фірмы *Leica*

№ п/п	Найменне параметраў і характарыстык	Н о р м ы п а т ы п а х			
		TM1800	TM1100	T105/*S*	T107/*S*
1	СКХ вымярэння вуглоў, с	1	3	5	7
2	Кампенсатар ВК і ГК	в, г	в, г	в	в
3	Дыяпазон работы (мін) і дакладнасць (с) кампенсатара	4/0,3	4/1	4/1,5	4/2
4	Дальнамерная насадка	+	+	-	-
5	Унутраная памяць даных	+	+	-	-
6	Інтэрфейс для знешняй сувязі	+	+	-	-
7	Павелічэнне глядзельнай трубы	30x	30x	30x	30x
8	Дыяметр аб'ектыва, мм	42	42	40	40
9	Мінімальная адлегласць візіравання, м	1,7	1,7	1,6	1,6
10	Час работы акамулятарнай батарэі, гадз.	12	12	12	12
11	Вага, кг	5,7	5,6	3,0	3,0

а) б)



Рыс. 9.3. Тэадаліты: а) ТМ1800;
б) Т107/*S*

Пад маркамі ТМ1100 і ТМ1800 фірма выпускае матарызаваныя тэадаліты, якія аўтаматычна наводзяцца на зададзены напрамак. Гэтыя прыборы з дальнамернымі насадкамі добра выкарыстоўваць для вынасу пунктаў праекта ў натуру, для розных разбівачных і другіх геадэзічных работ, гэта значыць ТМ можна працаваць як тахеометрам.

Электронныя тахеометры

Электронны тахеометр – гэта прыбор, якім выконваюць як вуглавыя, так і лінейныя вымярэнні з магчымасцю сумеснай іх апрацоўкі. Прыбор складаецца з кодавага лічбавага тэадаліта, святлодальнамера і камп'ютэра. Вугламерныя і дальнамерныя адлікі здымаюцца аўтаматычна, выводзяцца на дысплей і рэгіструюцца ў памяці камп'ютэра. Набор праграм дазваляе рашаць стандартныя геадэзічныя задачы: прывязка прыбора ў плане і па вышыні на зыходным пункце, зваротная засечка, тахеаметрычная здымка, вынас у натуру пунктаў з вядомымі каардынатамі, вымярэнні адносна базіса, вылічэнне плошчаў. Электронны тахеометр прымяняецца для вымярэнняў тапаграфічных здымках, у інжынернай геадэзіі, пры згушчэнні геадэзічных сетак, пры трыганаметрычным нівеліраванні і для розных геадэзічных работ суадносна з дакладнасцю.

Электронныя тахеометры вырабляюць буйныя фірмы, такія як *Leica* (Швейцарыя), *Trimble (Carl Zeiss)* (ЗША, Германія), карпарацыя *Nicon*.

Фірма Leica вырабляе розныя серыі электронных тахеометраў дакладнасцю ад 10" да 0,5". *Серыя ТС 110/407/405/403*, таксама як і *ТС 1105, і больш дакладныя* дазваляюць выконваць розныя геадэзічныя работы адпаведнай дакладнасці. *Серыя TCR 110/407 і больш дакладныя* дазваляюць вымяраць адлегласці без святло-

адбівальніка да 80 м, пры гэтым на пункт візірную вось наводзяць пры дапамозе чырвонага лазера.

Серыя TCM 1105 і больш дакладныя – гэта аўтаматызаваныя тахеометры, якія могуць устанаўлівацца ў заданым напрамку, аўтаматычна змяняюць палажэнне круга.

Серыя TCRM 1105 і больш дакладныя. Гэта матарызаваныя тахеометры для вымярэння адлегласцяў без адбівальніка. Яны аб'ядноўваюць у сабе перавагі матарызаванага кіравання і безадбівальнага вымярэння адлегласцяў.

TCA 1105 і больш дакладныя складаюць серыю аўтаматычных тахеометраў, якія маюць матарызаванае кіраванне з аўтаматычным навядзеннем на візірную цэль. Дыстанцыйнае кіраванне дазваляе зафіксаваць пункт, на якім знаходзіцца выканаўца работ. Такі прыбор можа "сачыць" за змяненнямі палажэння пункта назірання. Фірма вырабляе тахеометры, якія цэнтруюцца з дапамогай чырвонага лазернага промня.

***Фірма Trimble** (Carl Zeiss)* вырабляе электронныя тахеометры некалькіх серый.

У серыю *Trimble* 3300*DR* (ЗША) уваходзяць тахеометры, якімі можна вымяраць адлегласці без адбівальніка. Гэта прыборы дакладнасцю 3" і 5" (*Trimble* 3303*DR* і 3305/3306*DR*). Апошняя мадэль адрозніваецца ад *Trimble* 3305*DR* толькі адсутнасцю памяці для запісу даных.

Тахеометры серыі *Trimble* 3601/3602/3603/3605 дакладнасцю 1,5" ... 5" маюць лазерны цэнтрыр, створапаказальнік и могуць перадаваць даныя, для чаго маюць інфрачырвоны порт.

Тахеометры серыі *Trimble* 5601/5602/5603/5605 дакладнасцю 1" ... 5" вырабляюць з сервапрыводам. Яны падзяляюцца на дзве мадэлі.

AUTOLOCK – аўтаматычнае навядзенне на адбівальнік і сачэнне за ім на даўжыню да 2200 м.

ROBOTIC – выкананне вымярэнняў па пунктах. Інфармацыя аб вызначэнні пункта перадаецца ў тахеометр па радыёканалу (радыёмадэму) далёкасцю да 1500 м. Прыборы, ў назве якіх стаяць літары *DR*, могуць працаваць без адбівальніка. Так, тахеометры *Trimble* 5605*S DR*200 + *Robotic* на далёкасці да 600 м могуць мераць лініі без адбівальніка, да 5500 м – па адной прызме; памяць – да 5000 пунктаў.

Фірма Nicon вырабляе электронныя тахеометры серыі *Nicon DTM* дакладнасцю ад 5" да 1" і серыі *Nicon NPL* дакладнасцю 3" і 5". Прыборы апошняй серыі могуць працаваць далёкасцю да 100 м без адбівальніка і да 5000 м па адной прызме.

а)



б)



Рыс. 9.4. Электронныя тахеометры:
А) *TCR* 1105; б) *Trimblt* 3305*DR*

Т а б л і ц а 9.4

Электронныя тахеометры

№ п/п	Фірма і марка прыбора / Найменне параметраў і характарыстык	*Leica TCR* 1105 (ЗША)	*Trimble* 3305*DR* (ЗША)	*Trimble* 5605*S DR*200+ + *Robotic* (ЗША)	*Nicon DTM*-350	*Nicon NPL*-350	3ТА5 (Расія)
1	Дакладнасць вымярэння вугла, с	5	5	5	5	5	5
2	Дакладнасць вымярэння адлегласці, мм	2+2/км	2+2/км	3+3/км	3+2/км	3+2/км	5+3/км
3	Далёкасць вымярэння з 1 прызмай, м	3000	3000	5500	1500	5000	1600
4	Далёкасць без адбівальнай маркі, м	1,5-80	100	600	-	100	-
5	Памяць, колькасць пунктаў	600	1900	5000	8000	8000	-
6	Вага, кг	4,7	3,5	7,5			5,4
7	Цана, $ на 2003 г.	18545	6900	27800	7520	9800	5700

Нівеліры

Аптычныя нівеліры

Нівелір складаецца з глядзельнай трубы, цыліндрычнай грунтвагі або кампенсатара, круглай грунтвагі і адпаведных вінтоў. Усе размешчаны на алідаднай частцы, якая мае вось вярчэння. Алідадная частка ўстаноўлена на падстаўцы з падымальнымі вінтамі.

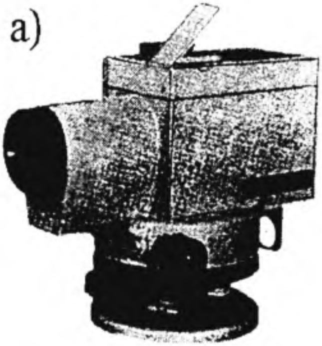
У асноўным усе нівеліры замежных марак маюць кампенсатары.

Табліца 9.5

Аптычныя нівеліры краін СНД

№ п/п	Найменне параметраў і характарыстык	Дзяржава			
		Расейская Федэрацыя, УОМЗ			Украіна
		Марка нівеліра			
		3Н-2КЛ	3Н-3КЛ	3Н-5Л	2Н-3Л
1	СКХ вымярэння перавышэння на 1 км двайнога хода, мм	2	3	5	2,5
2	Павелічэнне глядзельнай трубы	30х	22х	20х	32х
3	Каэфіцыент ніцянога дальнамера	100	100	100	100
4	Дыяпазон работы кампенсатара	±15'	±15'	-	-
5	Цана дзялення лімба	1°	1°	1°	1°
6	Цана дзялення круглай грунтвагі	5'	5'	10'	10'
7	Мінімальная адлегласць візіравання, м	1,5	1,2	1,2	1,3
8	Вага нівеліра, кг	2,0	1,5	1,4	1,9
9	Памер нівеліра, мм	220×134××180	165×140××135	148×134××126	205×145××150
10	Цана, $ на 2003 г.	340	317	200	200

а)



б)



Рыс. 9.5. Нівеліры: а) 3Н-2КЛ; б) *Nicon AX-2S*

Аптычныя нівеліры **фірмы *Leica*** маюць кампенсатар, іх дакладнасць ад 1,5 да 0,3 мм на 1 км двайнога ходу. У нівеліраў серыі *NA* 720/724/728/730 апошнія дзве лічбы абазначаюць павелічэнне глядзельнай трубы. Нівелір *NA2/NAK2* мае дакладнасць 0,3 мм.

*Аптычныя нівеліры **фірмы Trimble** (Германія) Ni* 30/40/50 дакладнасцю адпаведна 1, 2 і 3 мм маюць магнітны дэмпфер для гашэння ваганняў кампенсатара.

Карпарацыя Nicon для будаўнічых і землеўпарадкавальных работ вырабляе серыю аптычных кампенсатарных нівеліраў *Nicon AX-2S* з герметычным корпусам дакладнасцю 2,5 мм на 1 км двайнога ходу і мінімальнай адлегласцю да рэйкі 0,75 м; цана $295.

Гэтая карпарацыя вырабляе высокадакладныя нівеліры серыі *AS-2C* з ГК, дакладнасцю 0,8 мм і 0,4 мм (з мікрометрам). Мінімальная адлегласць да рэйкі 1 м. Глядзельная труба герметычная, яна запоўнена азотам. Цана нівеліра $1500.

Карпарацыя *Nicon* вырабляе яшчэ некалькі марак нівеліраў, якія па дакладнасці і цане знаходзяцца паміж вышэйпрыведзенымі.

Лічбавыя нівеліры

Лічбавы нівелір дазваляе аўтаматызаваць працэс нівеліравання і практычна выключыць хібнасці назіральніка. Нівелір выконвае вымярэнне, адлюстроўвае вынік адліку на дысплей, вылічае перавышэнні і адлегласці да рэйкі, кантралюе дакладнасць вымярэнняў па ўстаноўленых допусках і запісвае вынік у памяць.

Пры такім nівеліраванні прымяняецца штрыхкодавая рэйка, на якой павінны бачыць не менш за 30 см. Але нівелір не будзе працаваць і зазначаць памылку, калі візірная вось не будзе гарызантальная. Лічбавы нівелір можа выкарыстоўвацца як і аптычны з шашачнай рэйкай.

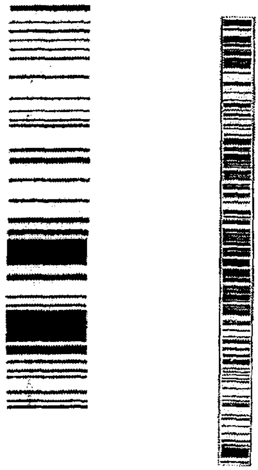
а)



б)



Рыс. 9.6. Лічбавы нівелір:
а) *DNA*2002; б) *DiNi*12



Рыс. 9.7. Штрыхкодавыя рэйкі

Табліца 9.6

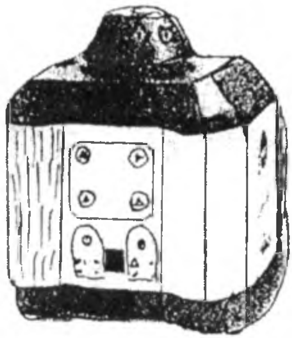
Лічбавыя нівеліры фірм *Leica* і *Trimble*

№ п/п	Фірма і марка нівеліра / Найменне параметраў і характарыстык	*Leica* (Швейцарыя)		*Trimble (Carl Zeiss)* (Германія)	
		*DNA*3003	*DNA*2002	*DiNi*12/12T	*DiNi*22
1	Дакладнасць вымярэння перавышэння на 1 км двайнога хода (інварная штрыхкодавая рэйка), мм	0,3	0,9	0,3	0,7
2	Дакладнасць вымярэння адлегласцяў, мм	3 ... 5/10 м	3 ... 5/10 м	0,5D×0,001	
3	Дыяпазон электр.вымярэнняў, м	1,8-60	1,8-60	1,5-100	1,5-100
4	Дыяпазон кампенсатара	±10'	±10'	±15'	±15'
5	Дакладнасць установкі кампенсатара	0,4"	0,8"	0,2"	0,5"
6	Вага, кг	2,5	2,5	3,6	3,2
7	Лімб гарызантальнага круга	-	-	- / +	+
8	Цана, $ на 2003 г.	5903	4473	5300/6830	3680

Лазерныя нівеліры

Лазерны нівелір – гэта оптыка-механічная канструкцыя, якая выдае прамень лазера. Адносна гэтага промня можна здзяйсняць геаметрычныя пабудовы і вызначэнні: вынас пунктаў праекта ў натуру, выканаўчую здымку, вызначэнне перавышэнняў і іншыя інжынерна-геадэзічныя работы.

Лазерныя нівеліры падзяляюцца на ратацыйныя (РЛН) і лазерныя маркеры. Ратацыйныя нівеліры разварочваюць прамень лазера ў гарызантальную або вертыкальную плоскасць пры дапамозе пентапрызмы, якая круціцца. Вызначэнне палажэння лазернай плоскасці адбываецца візуальна (на суседніх прадметах у радыусе дзеяння лазера) або с дапамогай спецыяльнага прыёмніка, які сігналізуе аб пападанні на яго лазернага промня. Для прывядзення лазернага промня або плоскасці ў гарызантальнае становішча выкарыстоўваюцца вадкасная грунтвага або кампенсатар, які аўтаматычна гарызантуе нівелір, які наклонены ў пэўным дыяпазоне.



Рыс. 9.8. Ратацыйны лазерны нівелір (РЛН)
PRIMUS з кампенсатарам,
NEDO (Германія)

Лазерны нівелір *PRIMUS* аўтаматычна гарызантуе нівелір у межах ±5° с дапамогай кампенсатара, кампенсуе мікранахілы пры вібрацыі, забяспечвае гарызантальнае або вертыкальнае становішча лазернага промня з дакладнасцю 0,2 мм/м на адлегласці 100 м пры дапамозе кампенсатара і дыстанцыйнае (па радыё) кіраванне ў радыусе 50 м.

Прыбор мае лазерны цэнтрыр і функцыю, якая дазваляе задаваць сектар сканіравання з вуглом 0°; 5°; 10°; 15°.

Мадэль *PRIMUS* забяспечана функцыяй *AutoAliqn* (аўтанавядзенне), якая дазваляе з дапамогай прыёмніка мяняць нахіл або палажэнне лазернай плоскасці, аўтаматычна навесці лазерную плоскасць на неабходны пункт. Вага прыбора 1,6 кг.

Лазерны маркер – просты прыбор для ўтварэння вертыкальнай і гарызантальнай адліковых плоскасцяў.

Лазерны маркер *LS* 603 з кампенсатарам вырабляе фірма *FORETECH* (КНР). Прыбор дакладнасцю ±0,3 мм/м і далёкасцю дзеяння 30 м у асноўным прызначаны для выканання аддзелачных работ у будаўніцтве.

РЛН і лазерныя маркеры вырабляюць і другія фірмы.



Рыс. 9.9. Лазерны маркер *LS* 603

Электронныя дальнамеры

Электронныя дальнамеры вырабляе фірма *Leica* як у выглядзе насадак на тэадаліты, так і для самастойнага вымярэння далёкасцяў.

а) б)



Рыс. 9.10. Электронныя дальнамеры:
а) *Leica DI*2002; б) *Leica DI*3000*S*

Электронныя дальнамеры падзяляюцца па дакладнасці і далёкасці вымярэння.

Т а б л і ц а 9.7

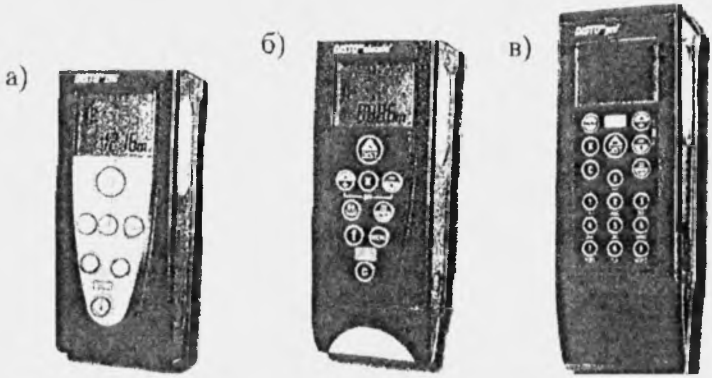
Электронныя дальнамеры фірмы *Leica*

№ п/п	Найменне параметраў і характарыстык	*DI*1001	*DI*1600	*DI*2002	*DI*3000*S*	*DIOR* 3002*S*
1	СКХ вымярэння адлегласці *D*, мм	$5+5\times10^{-6}\cdot D$	$3+2\times10^{-6}\cdot D$	$1+10^{-6}\cdot D$	$3+1\cdot10^{-6}\cdot D$	$3+1\times10^{-6}\cdot D$
2	Далёкасць, км / колькасць прызм	0,8/1	2,5/1 5,0/11	2,5/1	19	19
3	Вымярэнне адлегласці без адбівальніка	-	-	-	-	да 350м
4	Прымяненне	Разбівачныя работы, выканаўчая здымка, кадастр, будаўнічыя работы	Тапаграфічная і выканаўчая здымкі, палігонаметрыя	Назіранне за дэфармацыямі, дакладная палігонаметрыя	Палігонаметрыя, здымка прыбярэжных зон, назіранне за аб'ектам, які рухаецца	

Лазерныя рулеткі

Лазерныя рулеткі прызначаны для вымярэння адлегласцяў да любых прыродных аб'ектаў без адбівальніка. Навядзеннем з дапамогай бачнага лазернага пятна на аб'ект можна хутка і дакладна памераць адлегласць, калі націснуць на адну кнопку. З вынікамі вымярэнняў, якія адлюстроўваюцца на дысплеі, магчыма выканаць простыя арыфметычныя вылічэнні, у выніку чаго вылічаюць плошчы і аб'ёмы вымяраемых аб'ектаў.

Пры дзённым святле, асабліва пры вымярэннях на гранічных далёкасцях, трэба працаваць з аптычным візірам. Ноччу, пры змярканні, зацяненні візірнай цэлі *павялічваецца далёкасць* вымярэння. Пры вымярэнні да матавых, зялёных (у тым ліку і раслін) і сініх паверхняў далёкасць дзеяння вымярэння рулеткі *скарачаецца.*

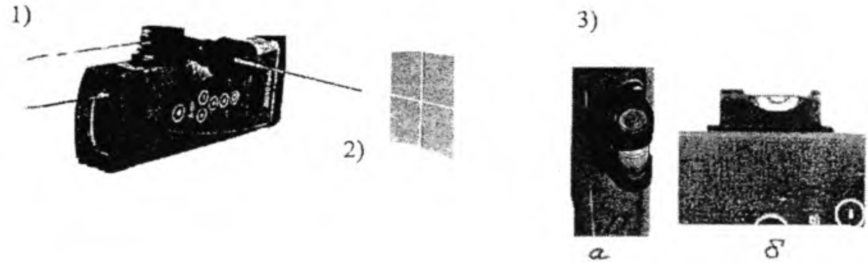


Рыс. 9.11. Лазерныя рулеткі: а) *Disto lite*; б) *Disto classic*; в) *Disto pro/pro a*

Аптычны візір выкарыстоўваецца пры рабоце на вуліцы для высокадакладнага візіравання на вялікіх адлегласцях. Чырвоны святлафільтр значна паляпшае назіранне лазернага пятна на адлегласці.

Візірная мішэнь выкарыстоўваецца пры вымярэннях адлегласцяў да паверхняў з малым каэфіцыентам адбітку; на адлегласцях да 40-50 м выкарыстоўваецца белы бок мішэні, на адлегласцях да 100 м – руды (карычневы) бок са спецыяльным адбівальным слоям.

Грунтвага прызначана для гарызантальнай або вертыкальнай устаноўкі дальнамера. Дакладнасць устаноўкі каля 0,5', што складае 5 мм на 30 м і адпавядае дакладнасці прыбора.



Рыс. 9.12. Асноўныя прылады да лазернай рулеткі:
1) аптычны візір; 2) візірная мішэнь;
3) грунтвага ў становішчы: а) вертыкальным; б) гарызантальным

Табліца 9.8

Лазерныя рулеткі фірмы *Leica*

№ п/п	Марка дальнамера / Найменне параметраў і характарыстык	*Disto lite*	*Disto classic*	*Disto pro/ pro a*
1	2	3	4	5
1	Мінімальная / без адбівальніка / па візірнай мішэні далёкасць, м	0,3/30/100	0,3/30/100	0,3/30/100
2	СКХ вымярэння, мм	3 - 5	3 - 5	3-5/1,5-2
3	Час вымярэння, с	0,5 - 4	0,5 - 4	0,5 - 4
4	Інтэрфейсны порт / аб'ём памяці (колькасць вымярэнняў)	- / -	- / 10	+ / 800
5	Вызаў апошніх 10-15 вымярэнняў	-	+	+
6	Электрасілкаванне / колькасць вымярэнняў	4(ААА)× ×1,5в/>3000	4(ААА)× ×1,5в/>3000	4(ААА)× ×1,5в/>3000
7	Устаноўка на штатыў	+	+	+

Заканчэнне табл. 9.8

1	2	3	4	5
8	Вымярэнні з затрымкай часу (таймер)	+	+	+
9	Вылічэнне плошчаў / аб'ёмаў / наяўнасць калькулятара	+/+/+	+/+/+	+/+/+
10	Вызначэнне *min* / *max* адлегласці	-	+	+
11	Вылічэнне трохвугольніка па тэарэме Піфагора	-	+	+
12	Вылічальныя функцыі (рашэнне трохвугольніка, трапецыі)	0	4	14
13	Алфавітна-лічбавая клавіятура	-	-	+
14	Памеры, мм	154×69×44	172×69×44	188×70×47
15	Вага, г	360	360	440
16	Цана, $ на 2003 г.	530	560	830/960

Глабальныя сістэмы пазіцыяніравання

Сучасныя спутнікавыя сістэмы пазіцыяніравання тыпу *GPS*–*Global Position Sistem* (ЗША), Глонасс–ГЛОбальная НАвігацыйная Спутнікавая Сістэма (Расія) уключаюць тры састаўныя часткі пад назвай "сектары": касмічны сектар, сектар кіравання і кантролю і сектар спажыўца.

Сістэма GPS

Касмічны сектар уключае спутнікі, якія ўваходзяць у сістэму *GPS* або "Сузор'е". "Сузор'е" складаецца з 24 штучных спутнікаў Зямлі (ШСЗ), якія паварочваюцца на шасці кругавых арбітах, вышынёй прыкладна 20 000 км, зрушаных на 60° і нахілёных да плоскасці экватара пад вуглом 55°. Такі выбар параметраў арбіт прыводзіць да таго, што ў поле зроку спажыўца адначасна знаходзіцца не менш за шэсць касмічных апаратаў.

Кантрольны сектар сістэмы складаецца з сеткі наземных станцый сачэння, раскіданых па ўсёй планеце. Калі падарожнік над станцыяй, ён атрымлівае інфармацыю аб сваіх каардынатах, вышыні і хуткасці.

Сектар спажыўца прадстаўлены прыёмнікам *GPS*. Апаратура, якая ўстаноўлена на спутніках, перадае на Зямлю радыёсігналы, на аснове якіх вымяраюцца адлегласці паміж спутнікамі і наземным пунктам назірання (прыёмнікам). Адначасова з радыёсігналам перадаецца і службовая інфармацыя. Апаратура спутніка выпраменьвае сігналы на двух частотах: *L*1 = 1575, 42 МГц і *L*2 = 1227, 60 МГц. Частата *L*1 мадулюецца двума кодамі: *C/A (Coorse Acquisition)* код свабоднага доступу і *P*-кодам – код санкцыянаванага доступу, а частата *L*2 – толькі *P*-кодам. Для паніжэння дакладнасці вызначэння каардынат несанкцыянаванымі карыстальнікамі ў навігацыйныя паведамленні ўводзяцца памехі. Хібнасць вызначэння каардынат у такім выпадку дасягае 100 м.

GPS-вымярэнні не дазваляюць атрымаць дакладнасць геадэзічных вымярэнняў (1-2 см). Таму распрацавана і знайшла шырокае прымяненне тэхналогія *дыферэнцыйнага GPS пазіцыяніравання* (дыферэнцыяльных вымярэнняў), асноўныя прынцыпы якой у наступным.

1. Спутнікі *GPS NAVSTA*R выпраменьваюць сінхранізаваныя па звышдакладным гадзіннікам сігналы.

2. Сігналы, якія праходзяць праз атмасферу, затрымліваюцца.

3. Мабільныя прыёмнікі на Зямлі прымаюць гэтыя сігналы і вызначаюць сваё месцазнаходжанне разам з памылкамі, якія выкліканы флуктуацыямі (адхіленнямі, калыханнямі) у атмасферы і другімі прычынамі.

4. У пункце з дакладна вядомымі каардынатамі ставіцца статычны GPS-прыёмнік (базавая станцыя).

5. Вызначаюць хібнасці *GPS*-пазіцыяніравання як розніцу паміж каардынатамі, якія атрыманы па *GPS*, і сапраўднымі каардынатамі базавага пункта.

6. Значэнні хібнасцяў рэтранслююць на мабільныя *GPS*-прыёмнікі ў даным рэгіёне; гэтыя хібнасці адымаюць ад сваіх паказанняў.

7. Вынікам з'яўляецца скарэкціраванае значэнне, якое забяспечвае высокую дакладнасць каардынат.

Каардынаты пунктаў можна вызначаць у розных рэжымах, але пры ўсіх рэжымах у адзін і той жа момант павінна быць не менш за 4 спутнікі.

Здымка можа весціся ў стацыянарным і кінематычным рэжымах. У стацыянарным рэжыме прыёмнікі ўстаноўлены на дзвюх станцыях,

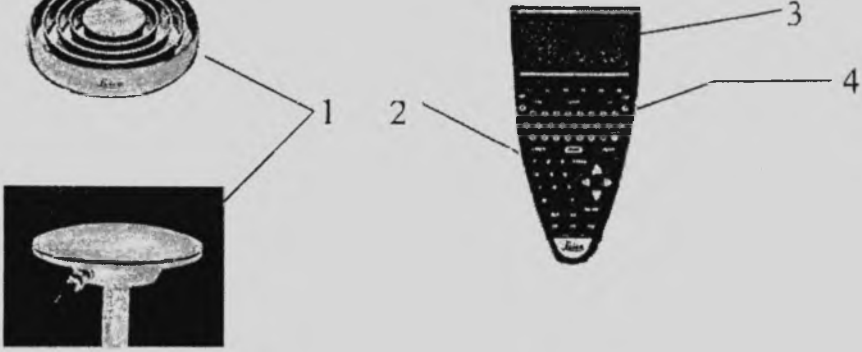
адна з якіх з'яўляецца базавай (з вядомымі каардынатамі), а другая па чарзе ўстанаўліваецца над вызначаемымі пунктамі. Пры гэтым над кожным пунктам прыёмнік цэнтруецца і мераецца яго вышыня.

У кінематычным рэжыме мабільны прыёмнік устанаўліваецца на аўтамабілі, які рухаецца, а базавы прыёмнік – на пункце з вядомымі каардынатамі. Усе вымярэнні выконваюцца пры безупынным руху, а вынікі фіксуюцца на электронныя носьбіты.

Сістэма *GPS* знаходзіць шырокае прымяненне пры вышуканнях, будаўніцтве, кантролі і аператыўным кіраванні тэхнічным станам транспартных камунікацый. Вымярэнні трэба выконваць па тэхналогіі дыферэнцыйнага пазіцыяніравання. Тапаграфічная здымка аўтамабільных дарог можа праходзіць у кінематычным рэжыме. Базавы *GPS*-прыёмнік устанаўліваюць на пункце з вядомымі каардынатамі (пункты трыангуляцыі, паліганаметрыі). Астатнія мабільныя *GPS*-прыёмнікі вымяраюць сваё месцазнаходжанне адносна першага. Адзін з мабільных прыёмнікаў замацоўваюць на аўтамабілі, які рухаецца ўздоўж восевай часткі дарогі без прыпынкаў. Калі здымку (каардынаты восі дарогі) выконваць пры частаце рэгістрацыі 3 с пры хуткасці 40 км/гадзіну, то на мясцовасці вызначаемые пункты будуць на адлегласці 25-30 м, што дастаткова нават для маштаба 1:500. Зыходныя даныя для пабудовы лічбавай мадэлі мясцовасці (пункты беражка, броўкі, падэшвы дарогі, паласы адчужэння, элементы сітуацыі) можна вымяраць мабільным *GPS*-прыёмнікам.

GPS - прыёмнікі

Фірмы *Trimble* і *Leica* для геадэзічных вымярэнняў і навігацыі вырабляюць *GPS*-прыёмнікі рознага назначэння і дакладнасці. Работу такімі прыёмнікамі можна выконваць пры любым надвор'і. *GPS*-прыёмнікі распрацаваны для статычных, кінематычных рэжымаў работы і іхніх камбінацый.



Рыс. 9.13. *GPS*-сістэма 500 фірмы *Leica Geosystems*:
1 – прыёмнік-антэна; 2 – тэрмінал; 3 – дысплей;
4 – алфавітна-лічбавая клавіятура

У склад *GPS*-прыёмніка ўваходзяць антэна, тэрмінал (кантролер) – блок кіравання, штатыў і тычка для ўстаноўкі антэны.



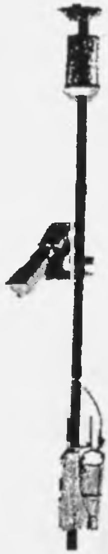
Рыс. 9.14. *GPS*-прыёмнік 4600*LS Surveyor*

Фірма *Trimble* вырабляе адначастотны дванаццаціканальны *GPS*-прыёмнік 4600*LS Surveyor*, які прызначаны для пабудовы апорных сетак, выканання тапаграфічных здымак і іншых геадэзічных работ. Прыёмнік і антэна ў гэтым прыборы аб'яднаны ў адным блоку. У прыборы маецца толькі адна клавіша кіравання і тры індыкатары кантролю выканання здымак.

Двухчастотны *GPS*-прыёмнік (*Trimble*) *Total Station* 5700 таксама прызначаны для дакладных геадэзічных работ. Кнопкі кіравання вынесены на пярэднюю панэль, што дазваляе пры некаторых работах абыходзіцца без палявога кантролера. Прыёмнік можа адначасова выкарыстоўваць некалькі базавых станцый, пры гэтым прымяняць як радыёмадэмы, так і сотавую тэлефонную сетку, што дазваляе працаваць у адным полі паправак на плошчы радыусам да 35 км.



Рыс. 9.15. *GPS*-прыёмнік 5700



Рыс. 9.16. Камплект 5700 на тычцы

Т а б л і ц а 9.9

GPS-прыёмнікі

№ п/п	Нормы па тыпах / Найменне параметраў і характарыстык	*Leica*	*Trimble*	
		SR 530	4600*LS* *Surveyor*	*Total Station* 5700
1	2	3	4	5
1	Колькасць каналаў, частот	12; *L*1 і *L*2	12; *L*1 (С/Акод)	24; *L*1 і *L*2
2	Час ад моманту ўключэння да пачатку сігнала	< 30с	< 30с	< 30с
3	Дакладнасць у плане (спутнікаў больш за 5), мм	3+0,5/км	$5+1\times10^{-6}\times$ $\times D$ ($D\leq$ 10км) $5+2\times10^{-6}\times$ $\times D$ (D>10км)	5+0,5/км
4	Дакладнасць па вышыні, мм		$10+2\times10^{-6}\times D$	5+2/км

Заканчэнне табл. 9.9

1	2	3	4	5
5	Памеры прыёмніка, см		22,1 × 11,8	34,3 ×7,6
6	Вага, кг	1,25	1,7	1,0
7	Рабочая тэмпература		-40°C – +65°C	-40°C – +65°C



Рыс. 9.17. *GPS*-прыёмнік *Leica GS*20

Фірма *Leica* для геадэзічных вымярэнняў і навігацыі, акрамя шэрагу *GPS*-прыёмнікаў, супараўнальных з вышэйпералічанымі, выпрабляе ручны *GPS*-прыёмнік *GS*20, які змяшчаецца на далоні рукі. Прыёмнік, антэна, сістэма збора даных, унутраная памяць ад 32МВ да 2ГВ, акумулятарная батарэя, картаграфічны дысплей і клавіятура знаходзяцца ў адным корпусе. Перадача даных ажыццяўляецца без правадоў па мабільнаму тэлефону. Дакладнасць вызначэння каардынат пунктаў мясцовасці ў рэжыме постапрацоўкі складае 5-10 мм. Вага прыбора 0,65 кг.

Літаратура

1. БНБ 1.02.01-96. Інжынерныя вышуканні для будаўніцтва. – Мн., 1996.–110 с.

2. Д2-03 да БНБ 1.02.01–96. Інжынерныя вышуканні для аб’ектаў дарожнага будаўніцтва. – Мн., 2003.–130 с.

3. Несцяронак, В.Ф., Несцяронак, М.С. Інжынерная геадэзія: падручнік для студэнтаў ВНУ. – Мн.: БДТУ, 1998.–320 с.

4. Селиханович, В.Г. Геодезия: учебник для вузов. В 2 ч.Ч.2. – М.: Недра, 1981.–544 с.

5. Мархвида, В.Г., Матиек, С.И., Полещук, К.Г. Геодезические приборы и принадлежности: методическое пособие по дисциплине «Инженерная геодезия» для студентов всех форм обучения. В 2 ч. Ч.1. Полевые работы. – Мн.: БГПА, 1992.–56 с.

ЗМЕСТ

Вучэбнае выданне

ЛАБАРАТОРНЫЯ РАБОТЫ (ПРАКТЫКУМ)
па спецкурсу інжынернай геадэзіі
для студэнтаў спецыяльнасці
1-70 03 01 «Аўтамабільныя дарогі»

Складальнікі:
МАРХВІДА Уладзімір Георгіевіч
СВІЛА Галіна Ігнацьеўна

Рэдактар Т.М. Мікулік
Камп'ютэрная вёрстка А.Г. Гармазы

Падпісана да друку 2.11.2005.
Фармат 60x84 1/16. Папера афсетная.
Надрукавана на рызографе. Гарнітура Таймс.
Умоўна. друк. арк. 3,8. Улік.-выд. арк. 3,5.Наклад 200. Заказ 366.

Выдавец і паліграфічнае выкананне:
Беларускі нацыянальны тэхнічны універсітэт.
ЛВ № 02330/0131627 ад 01.04.2004.
220013, Мінск, праспект Незалежнасці, 65.